

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor: Výrobní systémy

Zaměření: Pružné výrobní systémy pro strojírenskou výrobu

OPTIMALIZACE VÝROBNÍ BUŇKY VE FIRMĚ BOS AUTOMOTIVE V KLÁŠTERCI NAD OHŘÍ

THE OPTIMALIZATION OF PRODUCTION CELL IN COMPANY BOS AUTOMOTIVE IN KLÁŠTEREC NAD OHŘÍ

KVS – VS – 187

Tomáš Vít

Vedoucí práce: Doc. Dr. Ing. František Manlig

Konzultant: Ing. Jan Vavruška

Rozsah práce:

Počet stran: 64

Počet příloh: 13

Počet obrázků: 76

Počet tabulek: 11

Počet modelů

nebo jiných příloh: -

V Liberci 23. 5. 2008

TÉMA: Optimalizace výrobní buňky ve firmě BOS automotive s.r.o.
v Klášterci nad Ohří

ANOTACE:

Práce popisuje postupy a metody průmyslového inženýrství, jakými je možné provést optimalizaci výrobní buňky ve firmě BOS v Klášterci nad Ohří. Cílem je odhalení plýtvání a provedení nápravných opatření pro jeho odstranění. Snahou by mělo být uzpůsobení layoutu pracoviště, úspora plochy a dle firemní strategie utvoření U-buněk.

THEME: The optimalization of production cell in company BOS automotive s.r.o.
in Klášterec nad Ohří

ANNOTATION:

This thesis describes processes and methods of industrial engineering, which are capable to optimize production cells in company BOS in Klášterec nad Ohří. The aim is to reveal waste and implmentation of corrections after his clearing. The aspiration of this paper should be modification of layout of the workplace, saving of place and according to company strategies creation of U-cells.

Klíčová slova:	plýtvání, vizuální management, standardizace, 5S, ergonomie práce, layout
Zpracovatel:	TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů
Dokončeno:	2008
Počet stran:	64
Počet příloh:	13
Počet obrázků:	76
Počet tabulek:	11

Poděkování

Děkuji všem, jejichž zásluhou bylo možno tuto studii uskutečnit.

Děkuji panu Doc. Dr. Ing. Františku Manligovi za vedení DP.

Děkuji panu Ing. Vítězslavu Ernestovi, paní Ing. Lucii Svobodové
a Bohumilu Folbrechtovi za ochotu, poskytnuté rady a konzultace.

Dále děkuji podniku BOS automotive v Klášterci nad Ohří za poskytnutí
dokumentace, prostoru a materiálů využitých při studii.

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo) a § 35 (o nevýdělečném užití díla k vnitřním potřebám školy).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vyhotovení díla (až do jejich skutečné výše).

Datum:

Podpis:

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího diplomové práce.

V Liberci, dne 23. 5. 2008

.....

Tomáš Vít

Obsah

1. Úvod.....	9
Stručně o firmě BOS automotive s.r.o.	9
2. Obecné postupy a pravidla.....	10
2.1 DMAIC – strukturovaný přístup k řešení projektu	10
2.2 Kaizen	11
2.3 Druhy plýtvání	12
2.4 Vizuální management.....	14
2.5 Standardizace pracoviště.....	15
2.6 Metoda 5S – pořádek a organizace na pracovišti.....	18
2.7 Ergonomie práce a kritéria pro návrh pracoviště	19
2.7.1 Pracovní prostory	20
2.7.2 Principy pro navrhování pracoviště	20
2.7.2.1 Principy pohybové ekonomie	21
2.7.2.2 Uspořádání pracoviště, přísun a odsun materiálu a nástrojů	22
2.7.2.3 Konstrukce přípravků a nástrojů	22
2.8 Základní principy buňky	23
3. Praktická část	25
3.1 Úvod.....	25
3.2 Produkce výrobků	27
3.2.1 Průměrná roční výroba.....	27
3.2.2 Objem výroby jednotlivých produktů za měsíc	28
3.3 Analýza současného stavu.....	29
3.3.1 Zobrazení process flow pro jednotlivé produkty	29
3.3.2 Zobrazení materiálových toků	30
3.3.3 Spaghetti diagram pro TGR L322 a KBR X400.....	31
3.3.4 Poznatky z analýzy současného stavu	32
3.4 Optimalizace buňky	33
3.4.1 Praktický příklad metody 5S.....	33
3.4.2 Podlahový management na pracovišti	36
3.4.3 Návrh pro úpravu layoutu hnízda	37
3.4.4 Optimalizace pracovišť se zaměřením na ergonomii	38
3.4.4.1 Návrh nového pracoviště z hliníkových profilů	39
3.4.4.2 Návrh pro úpravu pracoviště	44
3.4.5 Optimalizace pracovišť zaměřená na eliminaci plochy	47
3.4.5.1 Návrh 1	47
3.4.5.2 Návrh 2	47
3.4.5.3 Návrh 3	48
3.4.5.4 Návrh 4	49
3.4.5.5 Návrh 5	50
3.4.6 Návrhy nového uspořádání layoutu	52
3.4.6.1 Návrh č. 1	52
3.4.6.2 Návrh č. 2	53

3.4.7	Spaghetti diagram pro Land Rover TGR L322	54
3.4.8	Spaghetti diagram pro Jaguar KBR X400	55
4.	Závěr a vyhodnocení.....	58
	Seznam použité literatury	60
	Seznam obrázků.....	62
	Seznam tabulek	64

Příloha

A.	Popis operací na jednotlivých pracovištích	I
B.	Vytížení operátorů v buňce - původní stav	VI
C.	Nové návrhy - zobrazení cest operátorů bez změny vybalancování.....	VII

Seznam použitých symbolů

KAIZEN	Neustálé zlepšování
KANBAN	Tahový systém řízení výroby
HEIJUNKA	Metoda pro rozvrhování výrobního množství a výrobního mixu v definovaném časovém úseku výroby
DMAIC	Strukturovaný přístup k řešení projektu
5S	Metoda pro eliminaci plýtvání na pracovišti
POKA – YOKE	Zabraňování chybám
MASTER	Hlavní strategický plán výroby
WIP	Work in proces - rozpracovanost výroby

Seznam použitých zkratk

X400	označení platformy (Jaguar)
L322	označení platformy (Land Rover)
ABR	Abdectrollo
KBR	Kombirollo
TGR	Trenngitterrollo

1. Úvod

Na světových trzích existuje v dnešní době silná konkurence, která se však rychle mění. Situace je stále méně přehledná, protože kromě firem, které přicházejí na trh a odcházejí z něj, se rychle mění i zákazníci a jejich požadavky. Prostředky konkurence je pak jakost, cena a čas.

Optimalizace výrobní linky je tudíž záležitostí každého podniku, který chce v tomto tvrdém konkurenčním prostředí přežít. Z uvedených hledisek vyplývá, že podnik se musí zaměřit na produkci širšího sortimentu výrobků, zkracování inovačních cyklů, snaží se o zkrácení průběžné doby výroby až o 90%, zkrácení času dodávky výrobku na trh, zpřesnění dodávky, snížení rozpracované výroby až o 83%, zvýšení produktivity práce, snížení nákladů na nekvalitu a redukce potřeby ploch o 25 – 50%. [1]

Stručně o firmě BOS automotive s.r.o.



Jako mezinárodní společnost s lokalitami ve východní a západní Evropě, severní Americe a Asii, firma BOS vyvíjí, vyrábí a distribuuje systémy do vnitřních prostorů automobilů. BOS exceluje ve vývoji inovačních systémů a přes jejich odbornou expertízu a zkušenost získala tato společnost vedoucí postavení na trhu.



Obr. 1 Firma BOS automotive s.r.o. v Klášterci nad Ohří[8]

2. Obecné postupy a pravidla

2.1 DMAIC – strukturovaný přístup k řešení projektu

Metoda definuje 5 fází pro úspěšné zavedení změny nebo řízení projektu určeného ke zlepšování. [2]

DEFINE (definuj) – V první fázi se definují cíle, získávají informace, popisuje se stav, kterého má být dosaženo, určuje se tým pracovníků. Popisuje se proces, který má být zlepšen. Definuje se plán, který by měl obsahovat jednotlivé činnosti, jež jsou třeba k odstranění problému.

MEASURE (měř) – Při zlepšování jsou důležité postupné kroky, kterých má být dosaženo a které vedou k naplnění definovaných cílů. Doložit plnění cílů je možné jen na základě předem definovaných měření a měřitelných ukazatelů. Tak je možné odlišit domněnky od skutečnosti.

ANALYSE (analyzuj) – Zjištěné informace je potřeba podrobně analyzovat a zjistit skutečný potenciál pro zlepšení. Základem je analýza příčin problémů, nedostatků, nespokojenosti apod. Zároveň je zjišťováno, zda je skutečně řešen původní problém.

IMPROVE (zlepši) – Základem zlepšení je odstranění skutečné příčiny. Nastavují se nové parametry procesu a jeho optimalizace. Vše se dělá pro zvýšení spokojenosti zákazníka ať externího nebo interního. Součástí zlepšování by mělo být i zlepšení nákladů, přínosů pro zákazníka. Jednotlivá řešení je možné otestovat v pilotním testu.

CONTROL (řídí) – Je-li problém úspěšně odstraněn nebo dosaženo zlepšení, je třeba udělat poslední a závěrečný krok, všechny potřebné změny zavést/standardizovat do procesů nebo systému. Také se samozřejmě přesvědčit, zda změny jsou řádně uplatňovány a součástí běžných každodenních činností. Vhodné je stanovit období, ve kterém se sleduje dosažených výsledků, zisku z nového zlepšení.

2.2 Kaizen [3] [4]

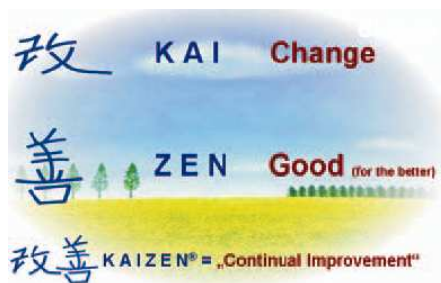
Kaizen je termín pro štíhlou výrobu a nepřetržité zlepšování, popisuje nějaké prostředí, kde společnost i jedinci aktivně pracují na zlepšení výrobních procesů. Pochází z Japonska. KAI – změna, ZEN – dobrý, znamená změnu k lepšímu. Otcem Kaizen je Massaki Imai.

Kaizen vychází z poznatků, že neexistuje závod bez problémů, proto se Kaizen stal samozřejmostí ve společnostech, které praktikují štíhlou výrobu. Organizace, které usilují o neustálé zlepšování, chápou, že Kaizen je nástroj, který jim dovolí soustředit se na zdroje a zaměstnanci pracují na zlepšení. Vytvoření podnikové kultury nepřetržitého zlepšování dovoluje přizpůsobit se změně trhu a plnit požadavky zákazníka.

Kritickou částí Kaizen je nezaujatý pohled na aktuální stav. Zvláště když jsou společnosti ziskové a zákazníci jsou všeobecně spokojení, změny nějakého procesu se zdají být zbytečné a rizikové. Studováním, pochopením a dokumentováním současného stavu je možné identifikovat oblasti, které by vedly ku prospěchu změny.

Nejúspěšnější zlepšení je však takové, když přímo lidé, kterých se problematika týká, se mohou na zlepšení podílet a dle jejich návrhu je realizace provedena.

S filozofií KAIZEN úzce souvisí odstraňování plýtvání. Jedná se o činnosti, materiál a prvky, které nepřidávají výrobku ani službě hodnotu pro zákazníka a zároveň zvyšují cenu, kterou zákazník není ochoten akceptovat. Základní druhy plýtvání jsou popsány v kapitole 2.3.



Obr. 2 Význam pojmu Kaizen [3]

2.3 Druhy plýtvání [5]

1) *Nadvýroba*

Nadvýroba znamená provádění aktivit, které se tržně nezhodnotí. Tento druh plýtvání označil T. Ohno za "kořen všeho zla", protože nadvýroba ještě umocňuje již uváděné druhy plýtvání. Nadvýroba je spojena s celou řadou nákladových položek, jako jsou např.: náklady na zbytečně odebíranou energii, náklady na nadbytečné pracovníky, finanční prostředky na krytí zásob apod.

2) *Čekání*

Tento druh plýtvání nastává tehdy, kdy např. operátor musí čekat na dodání materiálu nebo tehdy, jestliže operátor stojí a pouze pozoruje chod stroje při opracovávání výrobku. Čekání prodlužuje průběžnou dobu, která je kritickým parametrem štlhlé výroby.

3) *Zbytečná manipulace*

Toto plýtvání zahrnuje jednak makro-plýtvání ve formě zbytečné manipulace a přepravy například z důvodu špatného layoutu. Současně je v tomto druhu plýtvání zahrnuta i forma mikro-plýtvání ve smyslu přenášení výrobků v teritoriu pracoviště. Manipulace je nutným zlem - materiál musí být ve výrobním podniku vždy nějak někam dopravován - jde však o to, aby tento druh plýtvání byl minimalizován a zbytečně nezvyšoval průběžnou dobu výroby a rozpracovanost.

4) *Složitá a nadstandardní postupy*

Tento typ plýtvání se vyskytuje například tam, kdy "děláme navíc něco", co zákazník nepotřebuje. Je zřejmé, že nadstandardní postupy jsou v příkrém rozporu z hlediska hodnotového pohledu.

5) *Nadbytečné zásoby*

Toto plýtvání je spojeno s udržováním a správou nepotřebných surovin, dílů a rozpracovanosti. Tyto projevy můžeme najít zejména tam, kde není výroba dostatečně a tahově spojena s "rytmem" trhu. Například podniky, které plánují výrobu na základě tlaku a pro jednotlivé výrobní úseky, mají s uvedeným druhem plýtvání své zkušenosti. Náklady spojené s udržováním zásob negativně ovlivňují hodnotu.

6) *Zbytečné pohyby*

Zbytečné pohyby vykonávají lidé i stroje. Zbytečné pohyby lidí mají souvislost s utvářením lidské práce a ergonomií. Špatné ergonomické řešení negativně ovlivňuje produktivitu, kvalitu i bezpečnost práce. Produktivita trpí tam, kde existuje zbytečné přecházení, nahýbání či otáčení. Vhodné ergonomické řešení je proto klíčem k eliminaci plýtvání formou zbytečných lidských pohybů.

7) *Zmetky a vady*

Tento druh plýtvání je spojen s existencí a nápravou neshodných polotovarů, dílů či sestav. Zahrnuje materiál, čas i energii vloženou do neshodného výrobku, nebo provedení jeho oprav - zvyšuje náklady, za kterých dosahujeme hodnotu pro zákazníka. Největší efekt má naplánování filozofie předcházení zbytečným (lidským) chybám formou prostředků typu poka-yoke.

8) *Nevyužití schopnosti lidí*

Tento druh plýtvání existuje tam, kde není zajištěno dostatečné využití schopností pracovníků zaměstnavatelem, kde je rozpojen "řetězec" mezi podnikem a zákazníkem, kde neexistují "toky znalostí a know-how" mezi jednotlivými úseky podniku apod. Vždy ale brzdí tok myšlenek, zpomaluje tvorbu námětů na zlepšení, vytváří frustraci i demotivaci.

2.4 Vizuální management

Plýtvání je důležité se naučit vnímat zrakem, umět ho rozpoznat a kvantifikovat. Právě tyto tři faktory podporuje myšlenka vizuálního pracoviště. Postupné redukování plýtvání vede ke zlepšování produktivity, kvality, bezpečnosti při práci a v konečném důsledku má i vliv na podnikovou kulturu.

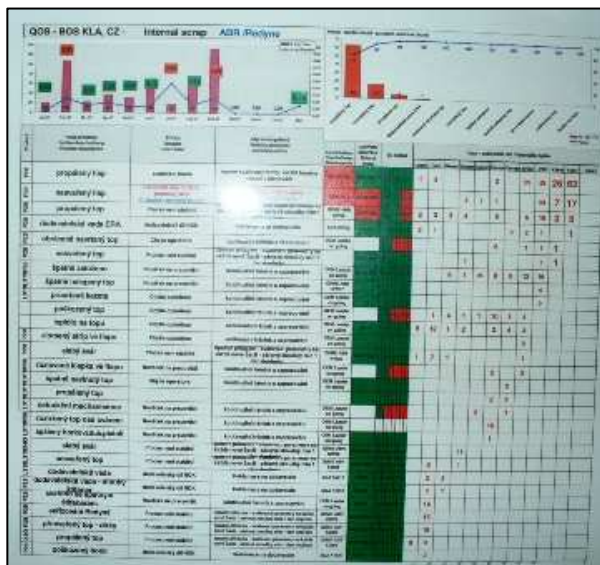
Pracoviště, které je uspořádané, řízené, organizované a všechny procesy jsou jasně popsány, nazýváme vizuální pracoviště. Vytváří předpoklady pro postupnou redukci plýtvání, autonomnost pracoviště a jeho postupné zeštíhlování.

Vizuální standardy umožňují zamezit abnormalitám na pracovišti a přispívají k postupné autonomnosti pracoviště. Vizualizují se tyto standardy: [6]

- standard čistého pracoviště
- standard uspořádání pracoviště
- standard mazacích plánů
- pracovní postupy
- kontrolní karty zařízení
- kontrolní karty výrobků
- popis kontroly – vstupní, výstupní

Ukazatele jsou důležité pro rozvoj pracoviště, protože popisují významné parametry, na základě kterých ho dokážeme hodnotit a efektivně řídit. Ukazatele pracoviště mají hlavně tyto cíle: [6].

- Učit
- Informovat
- Řídit
- Porovnávat
- Motivovat



Obr. 3 Vizuální nástěnka

Při tomto kroku můžeme využít jednoduché vizuální tabule, elektronické tabule či další způsoby vizualizace.

Hlavními přínosy vizuálního pracoviště jsou: [7]

- zvýšení bezpečnosti
- zviditelňování problémů
- zkrácení časů při hledání
- vyjasnění pracovních postupů
- zlepšení kvality
- ulehčení komunikace
- redukce variability a oprav
- zvýšení pracovní disciplíny
- zlepšení podnikové kultury

2.5 Standardizace pracoviště

Cílem, proč provádět standardizaci, je zajistit, aby vše bylo na svém místě. Jinými slovy řečeno, vše musí být pouze tam, kde má být. Vzniká tak přehledné pracoviště se snadnou orientací a zabraňuje tak vzniku chyb v procesu. [8]

- **Označení pracoviště:**

Vychází ze standardu firmy BOS. Každé pracoviště je označeno číselnou kombinací. Písmo pro toto značení je Arial, černé, velikosti 7cm, které je umístěno na bílé tabulce o rozměrech 40 x 10 cm.

- **Umístění návodek:**

Pracovní návodky se umísťují na svislou konstrukci pracovního stolu do fólií do výšky očí, aby do nich mohl operátor kdykoli nahlédnout.

- **Rampa**

Rampa je umístěna ve výšce 2200 mm. Šířka a rameno pro světlo je závislé na parametrech stolu.

- **Rám stolu**

Ve firmě BOS se upřednostňuje hliníkový profil 80x40 mm

- **Osvětlení**

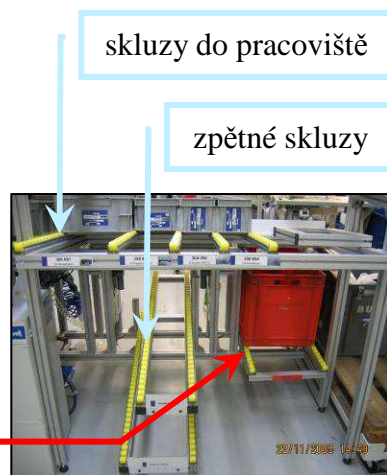
Dle ergonomie a standardů je intenzita osvětlení stanovena na hodnotu ISO 8995 → Na KK 1500 - 2000 Lux

- **Pracoviště**

Připojení elektro a pneu je umístěno v horní partii (kabely a hadice se nesmí válet po zemi). Používaný hliníkový profil na skluzy a nenosné části je o rozměrech 30 x 30mm (40 x 40mm).

- **Kanban**

Klasický dvou boxový systém, kde skluzy s materiálem vstupují do pracoviště a prázdné obaly ve zpětných skluzech pracoviště opouští. Používají se pouze standardní obaly.



neshodné díly

Obr. 4 Kanbanové skluzy, místo na neshodné díly

- **Místo na neshodné díly**

Prostor pro tyto díly je nezbytnou součástí pracoviště. Jedná se o zpětný skluz, který má však počáteční polohu na rovné ploše. Rovná plocha je z toho důvodu, aby byl obal na neshodné díly stále k dispozici. Operátor posílá obal do skluzy až po skončení směny.

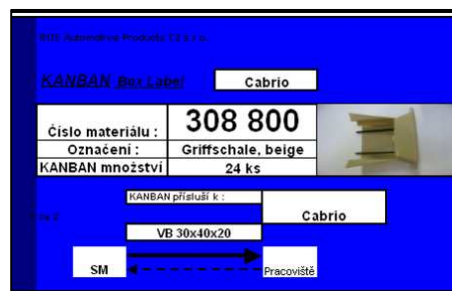
- **Vizualizace**



Obr. 5 Označení pozic na skluzových regálech[8]



Obr. 6 Označení pozic v supermarketu [8]



Obr. 7 Označení KANBAN obalů [8]

- **Mikro layout**

I uspořádání nářadí a pomůcek má přesně definované místo



Obr. 8. Silon pro nůžky, tužky, fix, kleště atd.



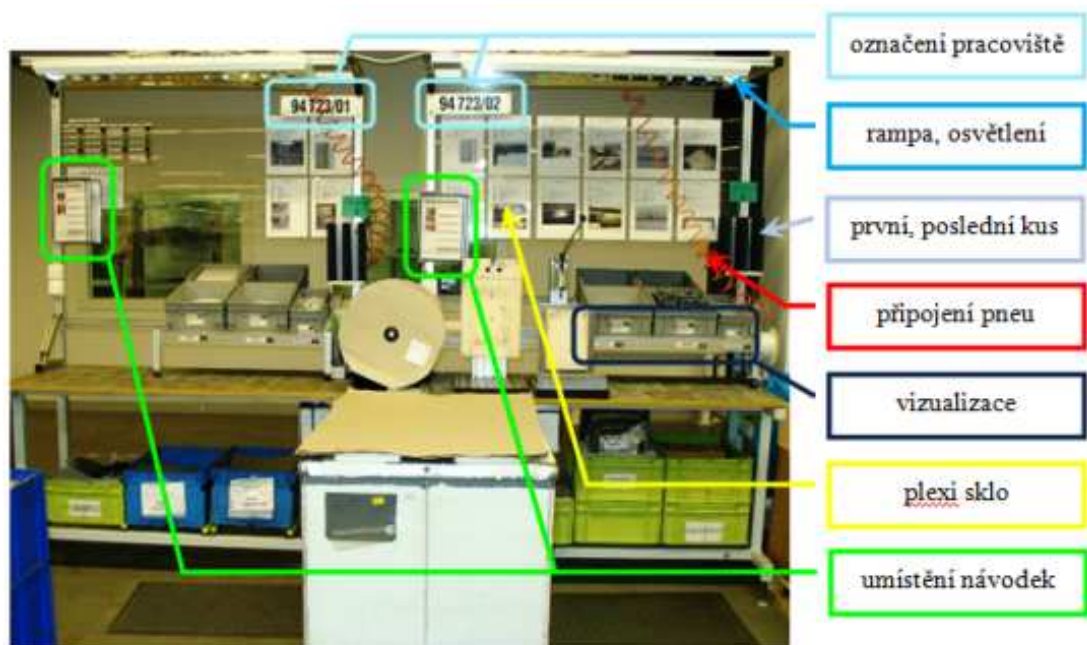
Obr. 9 Místo pro olejničky, čistidla, hadry

- **Konečná kontrola**

První kus, Poslední kus

Plexy sklo:

- Obsah: Katalog chyb, Heijunka 700 x 750
- Hodinový výkon formát A3



Obr. 10 Ukázka standardizovaného pracoviště

2.6 Metoda 5S – pořádek a organizace na pracovišti

Program 5S označuje základních 5 principů péče o pracoviště. Písmeno „S“ označuje počáteční písmeno japonských slov, které tyto principy popisují. [8]



Obr. 11 Pořádek a organizace na pracovišti [10]

- **SEIRI** (úklid) – odstraňuje se vše přebytečné, ponechají se pouze používané a funkční prostředky
- **SEITON** (pořádek) – uložení každého předmětu na své místo, zvýšení přehlednosti a funkčnosti
- **SEISO** (čištění) – dodržování pořádku na pracovišti je základem vyšší kvality práce
- **SEIKETSU** (standardizace) – pomocí standardů podporujeme návyky v pořádku, čištění, úklidu
- **SHITSUKE** (disciplína) – dodržování předpisů a norem na pracovišti

Proč vůbec týmy potřebují program 5S? Zejména z těchto důvodů: [9]

- přílišný výskyt znečištění v provozu
- černé díry a kouty v provozu – nepořádek a přebytečné věci
- skryté abnormality na strojích
- překážky v toku výroby díky zbytečným věcem a častému hledání



Obr. 12 Stop plýtvání [10]

Cílem je změnit postoje operátorů k pracovištím a strojům a vytvořit disciplinované a organizované pracoviště. Tím můžeme ovlivnit a zaujmout zákazníka.

Hlavní přínosy 5S: [10]

- snížení pracovního prostoru o 20 – 40 %
- snížení zásob na pracovišti o 80%
- zlepšení kvality o 10 – 20 %
- zkrácení času hledání o 50 %
- zkrácení času náběhu o 10 – 15 %
- zkrácení montážních operací o 30 %
- zlepšení podnikové kultury apod.



Obr. 13 Přínosy 5S [10]

2.7 Ergonomie práce a kritéria pro návrh pracoviště

Ergonomie je věda, která se zabývá utvářením pracovního prostoru, který by po všech stránkách vyhovoval nárokům a potřebám člověka. Čím lepší je pracovní prostor přizpůsobený předpokládané práci člověka, tím vyšší je i kultura a produktivita jeho práce.

Při tvorbě nového pracoviště je zapotřebí zohlednit mnoho významných faktorů, kterými je potřeba se při navrhování i samotné realizaci řídit: [8]

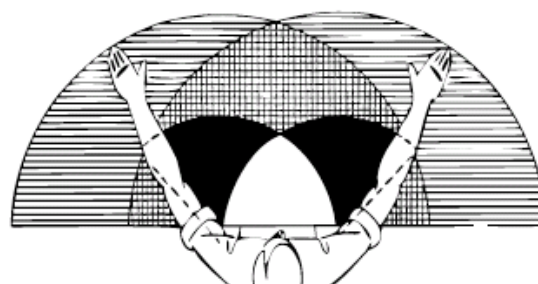
- a) Pracovní stůl
- b) Vstupující materiál
- c) Vystupující materiál
- d) Přístup k zařízení
- e) Umístění odpadu a vadných kusů
- f) Přípravky a nástroje

2.7.1 Pracovní prostory

Pracovní prostory se dělí na dva typy, vycházející dle druhu pracovní činnosti. Dělí se na normální pracovní oblast, kde dochází pouze k pohybu prstů, zápěstí a loktů (obr. 14). Ve druhém případě se jedná o maximální pracovní oblast, která zahrnuje předchozí pohyby (tzn. pohyb prstů, zápěstí a rukou) s přidáním pohybu ramen. Na obrázku (obr. 15) je znázorněna kromě obálky pro normální pracovní oblast ještě obálka pro maximální pracovní prostor levé a pravé ruky. [8]



Obr. 14 Normální pracovní oblast [10]

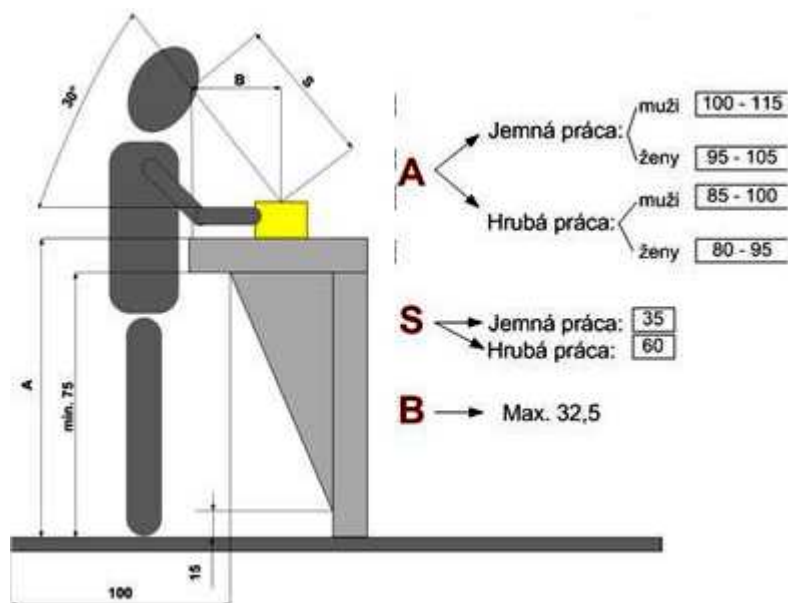


Obr. 15 Maximální pracovní oblast [10]

2.7.2 Principy pro navrhování pracoviště

Hlavními cíli pro navrhování pracoviště je: [8]

- zvýšit efektivnost pohybů
- snížit úrazovost a zatížení organismu



Obr. 16 Základní rozměry pracovního místa ve stoje [10]

Tyto cíle se promítají do následujících oblastí: [8]

- *použití lidského těla při práci*
 - principy pohybové ekonomie dle Barnese
- *uspořádáním pracoviště*
 - přísun a odsun materiálu a nástrojů
 - ergonomické požadavky na pracoviště
- *konstrukce nástrojů a přípravků*

2.7.2.1 Principy pohybové ekonomie

Principy pohybové ekonomie eliminují zbytečné pohyby, zlehčují úlohy operátora, snižují únavu a minimalizují narůstající traumatické potíže (např. Karpální tunel) z nevhodně navržené činnosti. Pohybová ekonomie tímto přispívá k výraznému zvýšení produktivity.

Ralf M. Barnes přivedl tyto principy již v roce 1930, avšak tyto principy stále platí a opírá se o ně celá řada firem. Jedná se o tyto zásady ekonomie pohybu: [11]

- nejvhodnější je začít pohyb současně oběma rukama
- pohyby rukou by měly být symetrické, vykonávané od těla k tělu, simultánně
- upřednostňovat plynulé pohyby v obloucích a vyvarovat se pohybům přímočarým s ostrou změnou směru
- upravit pořadí pohybů takovým způsobem, aby práce probíhala rytmicky
- práce by měla být vykonávána pohyby v nejnižší vhodné kategorii

Kategorie	Cm	Charakteristika
1	2-10	Pohyby prstů
2	10-20	Pohyby prstů a rukou
3	20-35	Pohyby prstů, zápěstím a předloktím
4	35-80	Pohyby prstů, zápěstím, předloktím a rameny
5	80-100	Pohyby prstů, zápěstím, předloktím, rameny a tělem

Tabulka 1: Klasifikace pohybů[11]

- práce by měla být upravena tak, aby mohl pracovník využívat přednostně svoji lepší ruku (praváci, leváci)
- ruce zbavit práce, kterou je vhodnější vykonávat chodidly (např. nožní pedál), ovšem tento způsob je efektivní pouze v poloze sedu

2.7.2.2 Uspořádání pracoviště, přísun a odsun materiálu a nástrojů [8]

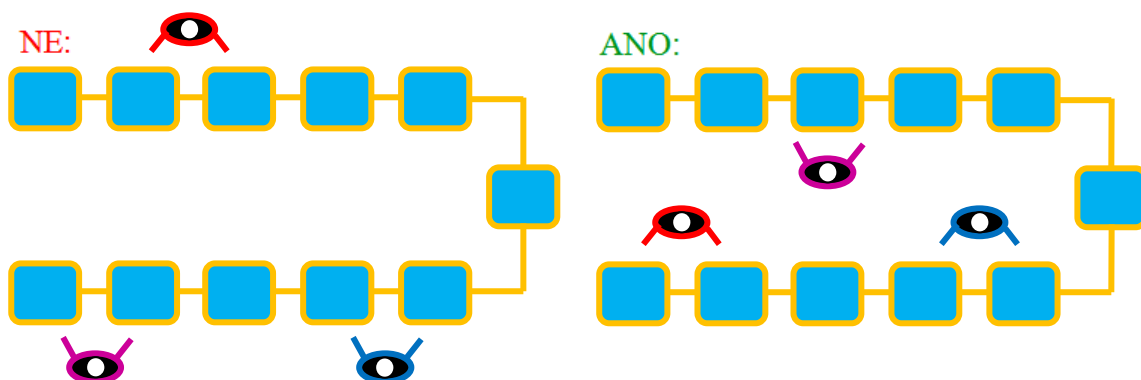
- zásobníky s materiálem by měly být umístěny co nejbližší k místu použití v takové výšce, aby nebylo nutné zdvihání
- při manipulaci s materiálem mezi pracovišti v buňce nebo v rámci jednoho pracoviště se snažíme snížit výškové rozdíly
- je nutné definovat vyhrazená místa pro materiál a nářadí, minimalizujeme tím hledání a výběr
- nástroje by měly být vhodně umístěné v maximální zóně dosahu z důvodu snadného odběru a zpětného vrácení
- materiál a nástroje by měly být umístěné tak, aby zajišťovali nejvýhodnější sekvenci pohybu
- na pracovišti musí být zabezpečený odvod odpadu

2.7.2.3 Konstrukce přípravků a nástrojů [8]

- často a opakovaně používané nástroje by měly být zavěšené na pružině
- je vhodné kombinovat více nástrojů do jednoho
- nástroje musí umožňovat ovládání levou i pravou rukou a měly by být použitelné pro většinu lidí
- hmotnost nástroje by neměla přesáhnout hmotnost 2,5 kg
- u rukojetí je nutné zajistit nekluzný nevodivý povrch a musí být umožněno držení zápěstí v přirozené poloze

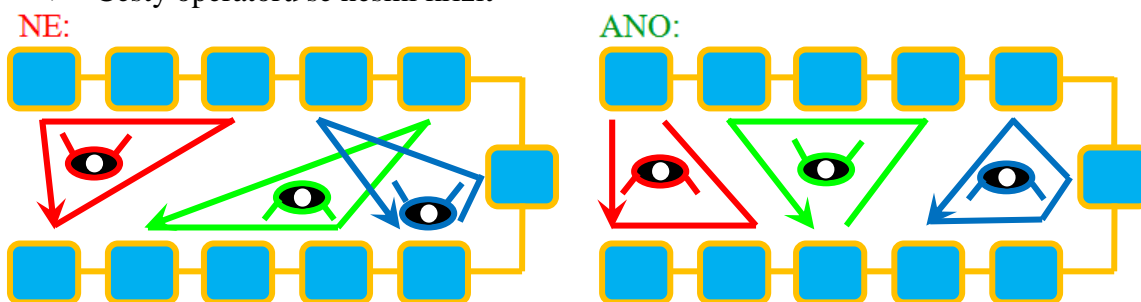
2.8 Základní principy buňky [8]

- Operátoři nesmí být uvězněni na pracovišti
- Operátoři musí pracovat uvnitř buňky



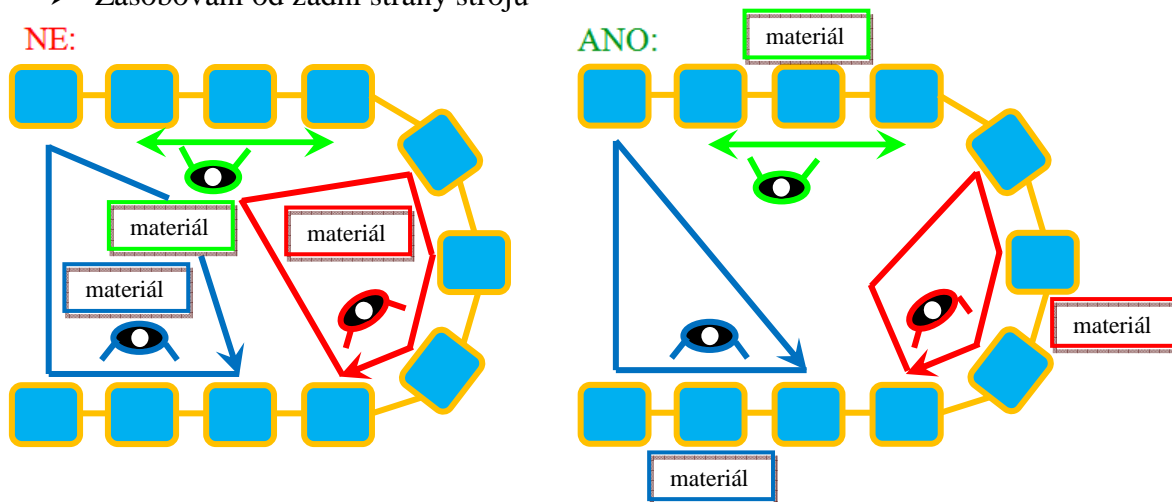
Obr. 17 U-buňka - operátoři pracují uvnitř buňky

- Operátoři mohou snadno provádět více operací
- Cesty operátorů se nesmí křížit



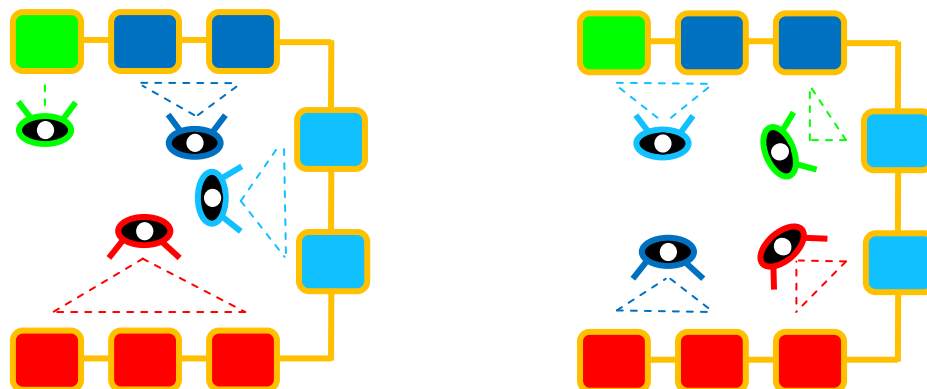
Obr. 18 U-buňka - cesty operátorů

- Zásobování od zadní strany strojů



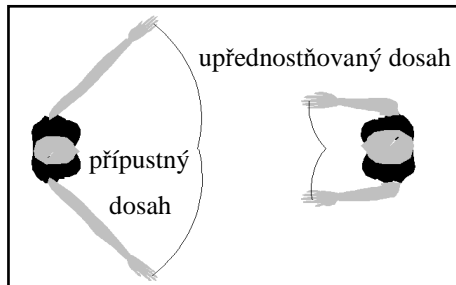
Obr. 19 U-buňka - zásobování materiálem

- Operátoři musí být multiprofesní

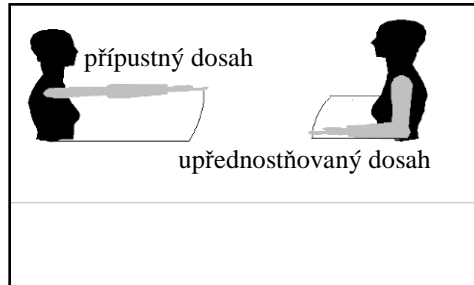


Obr. 20 U-buňka - multiprofesnost operátorů

- Operace by měly probíhat jako „tok jednoho kusu“
- Stroje musí být co nejbližší u sebe
- Prostor pro opravy by neměl být součástí buňky
- Pracovní úkony musí být prováděny v rámci „obálky“ dosahu paží



Obr. 21 Obálka dosahu paží - pohled shora [8]



Obr. 22 Obálka dosahu paží - pohled z boku [8]

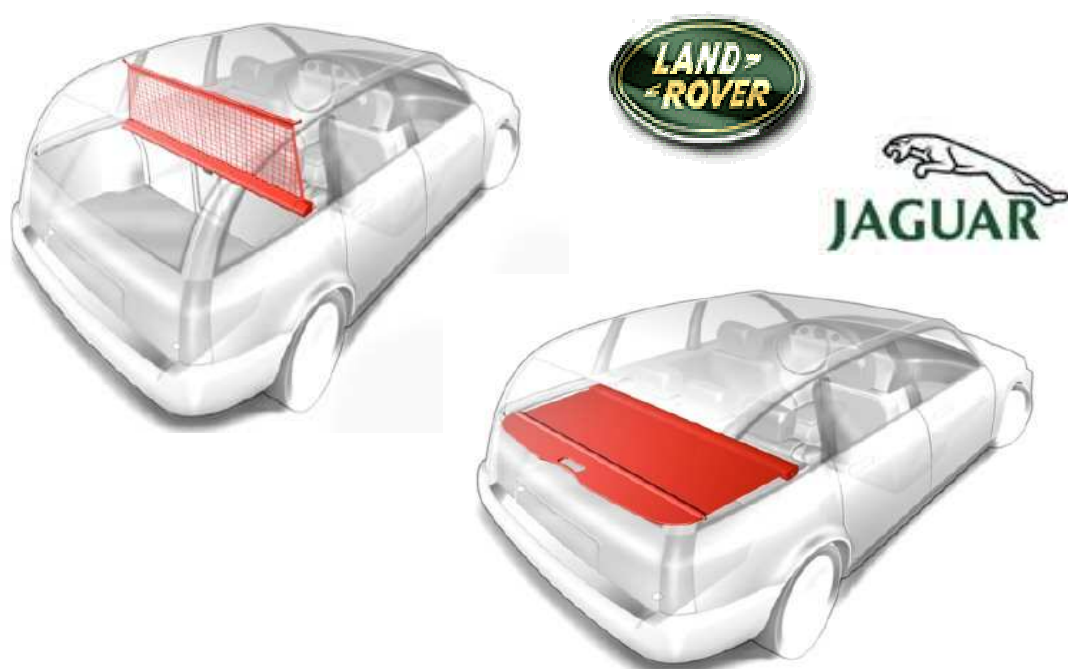
- Zařízení musí být snadno přestavitelné

3. Praktická část

3.1 Úvod

Výrobní buňka, na které má být v rámci diplomové práce provedena optimalizace, produkuje výrobky pro automobily Jaguar a Land Rover. Jedná se o kryty zavazadlového prostoru, které jsou znázorněny na modelech (obr. 23).

Hlavním cílem bylo zmenšit prostor linky a uvolnit prostor pro nové projekty. Snahou mělo být uzpůsobení layoutu a dle firemní strategie utvoření U-buňky.



Obr. 23 Ukázka produktů [8]

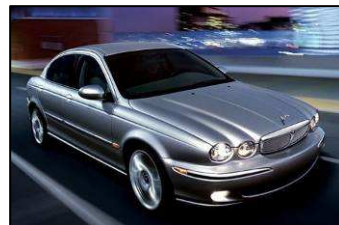
Funkce výrobku:

K oddělení zavazadlového prostoru od „obyvatelného“ interiéru slouží **kryty zavazadlového prostoru a bariérové sítě**. Praktický a snadno ovladatelný rolovací kryt bezpečně skryje všechny naše věci zanechané v zavazadlovém prostoru. Funkcí je i ochrana posádky při nežádoucím uvolnění předmětů v případě prudkého brzdění a zabránění tak případnému poškození interiéru nebo zranění cestujících. Pro snazší manipulaci při ukládání předmětů do zavazadlového prostoru jej lze odstranit pouhým vyjmutím z úchytů. V dnešní době jsou již tyto produkty standardní výbavou.

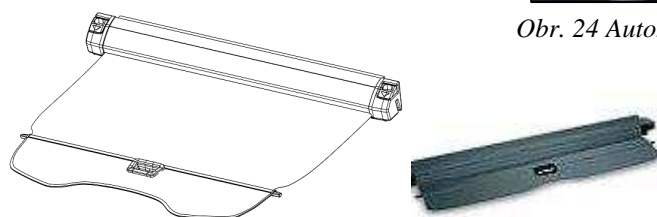
Popis produktů:

✓ **Jaguár ABR X400**

Výrobek se skládá z kazety, do které se pomocí mechanismu navíjí ohebný koženkový top. Tento kryt je v zavazadlovém prostoru umístěn horizontálně.



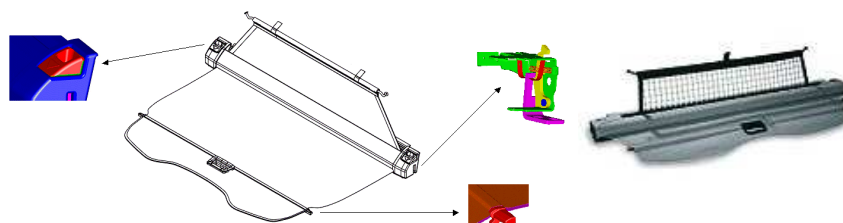
Obr. 24 Automobil Jaguar X-Type



Obr. 25 Produkt ABR X400 Jaguar [8]

✓ **Jaguár KBR X400**

Funkce je obdobná jako u předchozího dílu ABR X400, do mechanismu se navíc roluje koženkový top zároveň se sítí. Top je v zavazadlovém prostoru umístěn horizontálně, síť vertikálně.



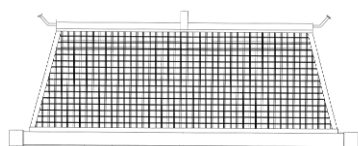
Obr. 26 Produkt KBR X400 Jaguar [8]

✓ **Land Rover TGR L322**

Tento modul se v zavazadlovém prostoru umísťuje vertikálně a do mechanismu se roluje samotná síť.



Obr. 27 Automobil Land Rover Range Rover Sport



Obr. 28 Produkt TGR L322 Land Rover [8]

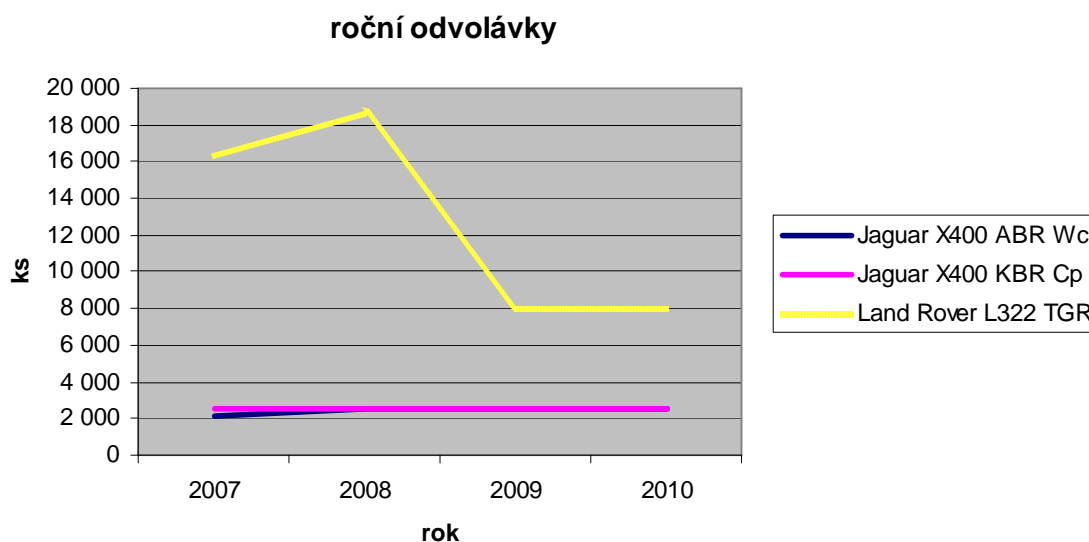
3.2 Produkce výrobků

V této oblasti je potřeba shromáždit všechny potřebné údaje, se kterými se bude později pracovat v analytické a zlepšovací etapě projektu. Získaná data se zpracují do přehledných tabulek a grafů.

3.2.1 Průměrná roční výroba

Tabulka 2: Průměrný objem výroby/rok

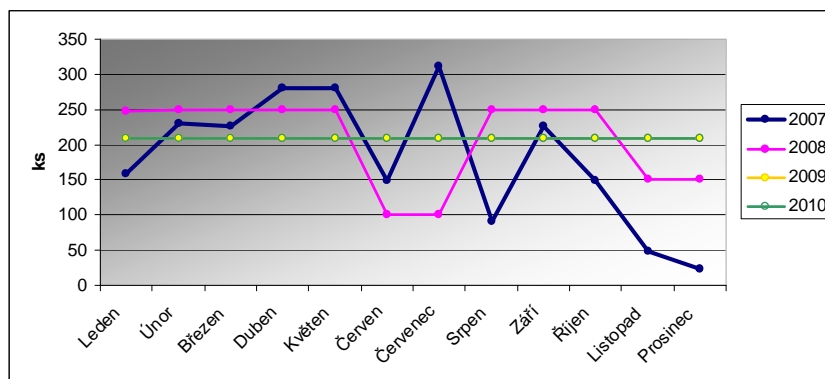
	2007	2008	2009	2010
Jaguar X400 ABR	2 173	2 498	2 500	2500
Jaguar X400 KBR	2535	2516	2500	2500
Land Rover L322 TGR	16298	18648	8000	8000



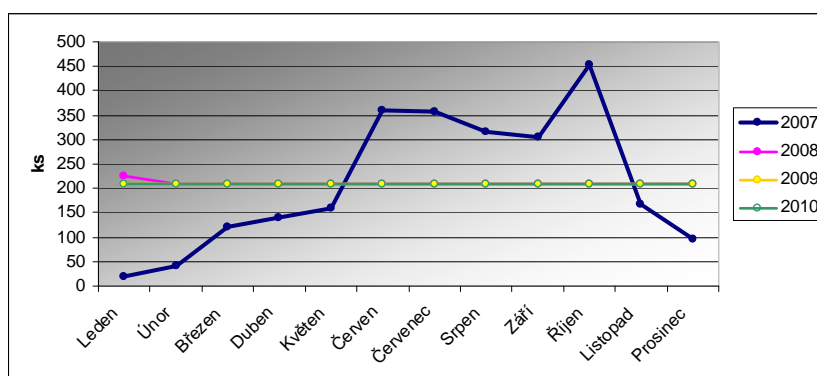
Obr. 29 Průměrný objem výroby/rok

Z grafu je patrná průměrná roční produkce výroby pro Jaguar a Land Rover. Pro rok 2007 byl objem výroby zjištěn podle měsíčních odvolávek, který se skutečně vyrobil. Předpokládaný objem výroby pro následující období je zjištěn z Masteru, jedná se pouze o prostý odhad, který se s největší pravděpodobností bude měnit. Z grafu je patrné, že největší podíl na objem výroby má produkt pro Land Rover. Nyní produkce stále roste, avšak v roce 2009 se předpokládá pokles výroby na průměrných 8000 ks. Celková produkce pro Jaguar je téměř konstantně 2500 ks.

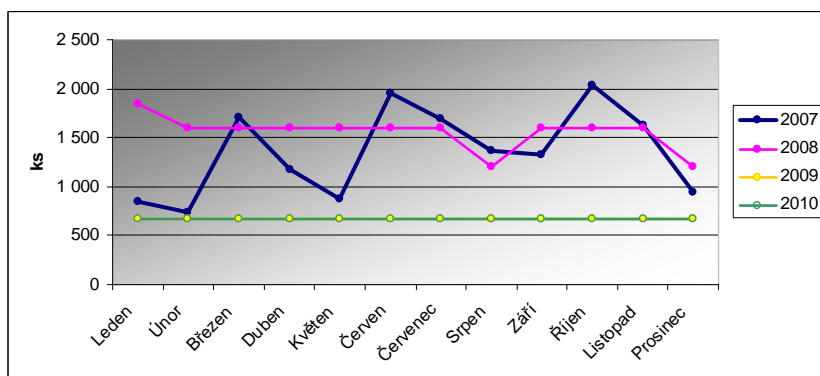
3.2.2 Objem výroby jednotlivých produktů za měsíc



Obr. 30 Objem výroby Jaguar X400 ABR/měsíc



Obr. 31 Objem výroby Jaguar X400 KBR/měsíc



Obr. 32 Objem výroby Land Rover L322 TGR/měsíc

Jelikož se v buňce vyrábí pro Jaguár a Land Rover separátně, vzhledem k několikanásobně převyšujícímu objemu výroby pro Land Rover je možné tento výrobek v buňce upřednostňovat například z hlediska materiálového toku a navrhování nového layoutu.

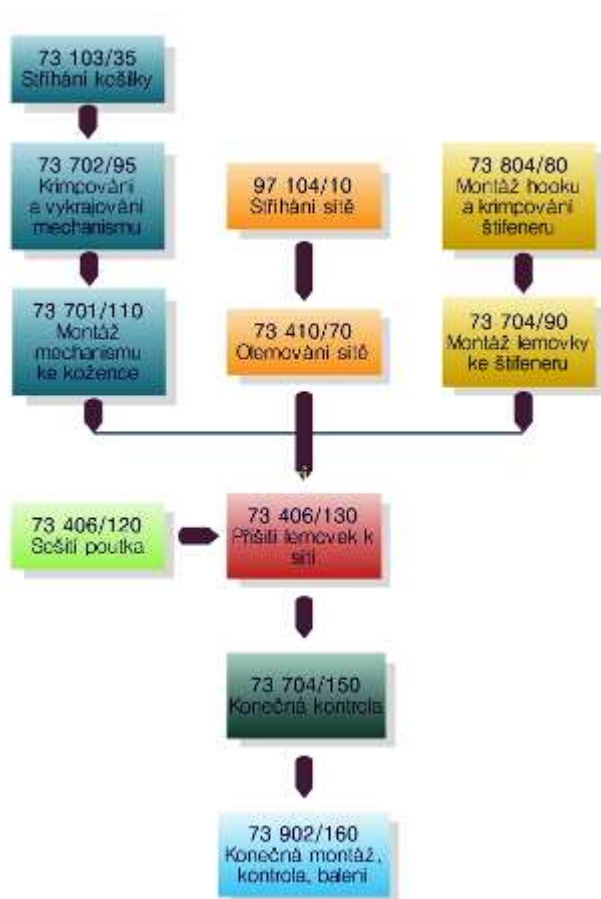
3.3 Analýza současného stavu

Ve fázi analýzy dochází k dokonalému pochopení současného stavu, tzn. pochopení sledu operací. Následuje zakreslení toků materiálu.

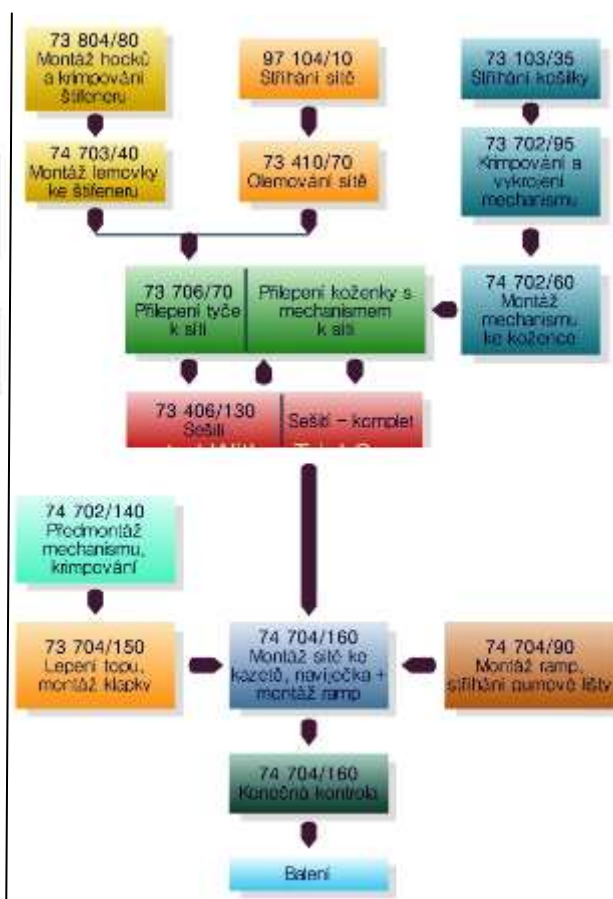
Ve výrobní buňce se vyrábí produkty pro Jaguár a Land Rover separátně, avšak část operací je společná pro oba typy výrobků, jak je vidět z process flow (obr. 33,34). Shodné barvy znamenají společné operace.

Operace na pracovištích 73 701/110 a 74 702/60 nemají shodný číselný název. Fyzicky jde o jedno pracoviště, avšak operace pro jednotlivé produkty mají odlišný technologický postup, tudíž i číslování. Totéž platí pro pracoviště 73 704/90 a 74 703/40.

3.3.1 Zobrazení process flow pro jednotlivé produkty



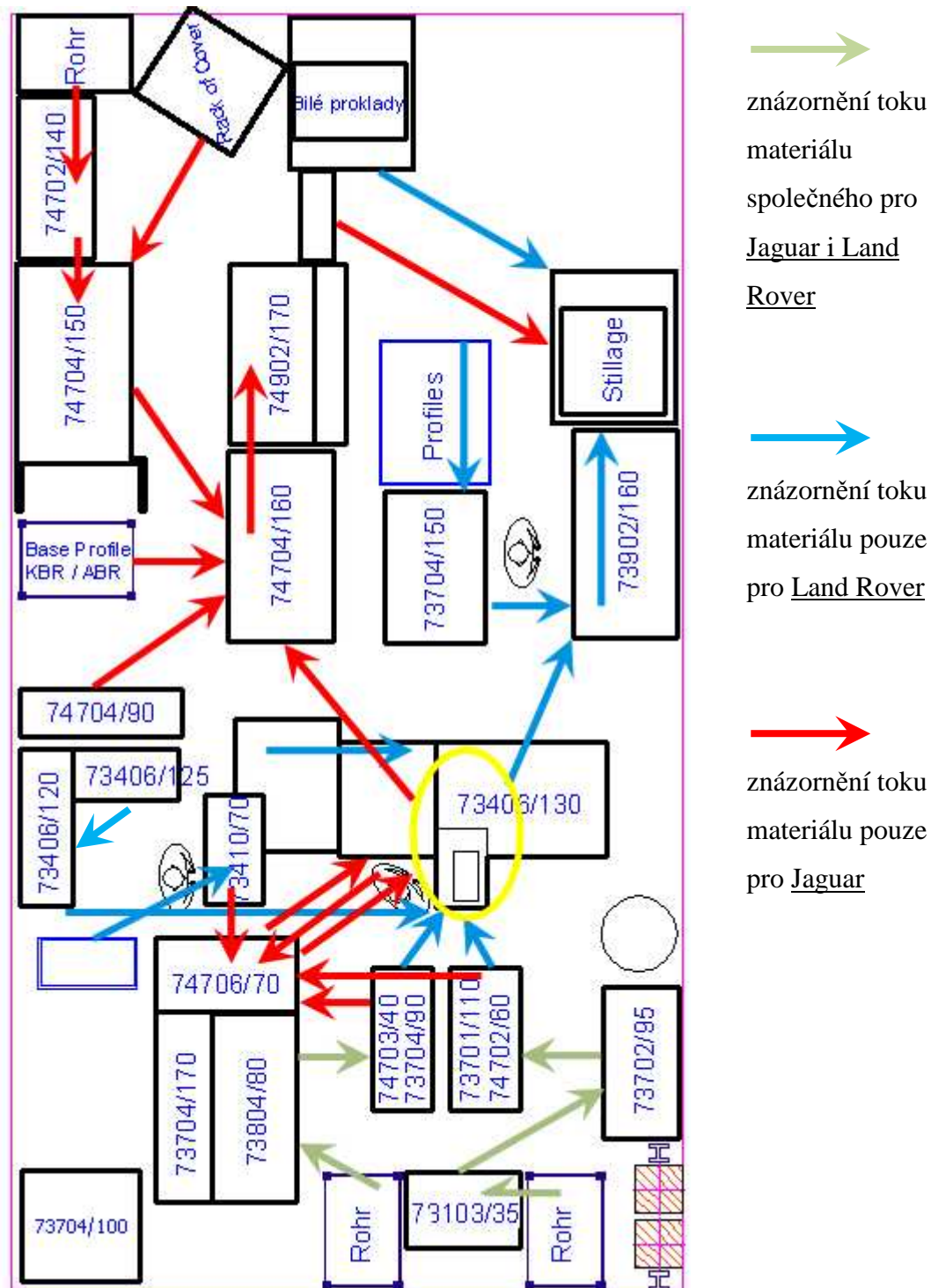
Obr. 33 Process flow – Land Rover L322 TGR



Obr. 34 Process flow – Jaguar X400 KBR

3.3.2 Zobrazení materiálových toků

Na pracovišti 73 406/130 dochází k rozdělení toku, až do tohoto místa jsou operace společné pro oba produkty. Jednotlivé toky jsou znázorněny barevně.



Obr. 35 Grafické znázornění materiálových toků v buňce

3.3.4 Poznatky z analýzy současného stavu

- neuspořádanost a nepořádek na pracovišti (kap. 3.4.1)
- strhané regálové štítky a štítky na obalech (kap. 3.4.1)
- nedostatky týkající se podlahového managementu (kap. 3.4.2)
- nedostatky z hlediska ergonomie (kap. 3.4.4)
- zbytečně velké odkládací plochy na pracovištích (kap. 3.4.5)
- složitost materiálového toku (kap. 3.4.6)
- buňka neodpovídá standardům U buňky (kap. 3.4.6)
- dlouhé vzdálenosti tras operátorů (kap. 3.4.6.3)

Na fotografiích (obr. 38) jsou znázorněny nedostatky, které se v danou chvíli vyskytovaly na pracovišti. V další fázi optimalizace bylo nutné se zaměřit na body uvedené výše a následně je odstranit, popřípadě eliminovat.



Obr. 38 Ukázka z analýzy pracoviště

3.4 Optimalizace buňky

3.4.1 Praktický příklad metody 5S

Úvodním krokem, který byl potřeba provést v rámci optimalizace, bylo odstranění nepořádku z pracoviště. Použil jsem základní pravidla metody 5S. Předpokladem byla důkladná studie všech pravidel a postupů pro tuto metodu.

a) SEIRI (utřít)

Při realizaci prvního bodu v programu 5S bylo důležité se držet celé řady otázek:

- ✓ Vyskytují se nepoužívané části vybavení nebo nástroje?
- ✓ Vyskytuje se nepoužívané nářadí nebo pracovní pomůcky?
- ✓ Vyskytují se nepoužívané palety, obaly, proklady, bedny, apod.?
- ✓ Vyskytují se nepotřebné zásoby materiálu, komponentů?
- ✓ Na nástěnkách nebo zdech jsou neaktuální, zbytečné věci?
- ✓ Mezi návodkami, pokyny pro obsluhu jsou neplatné, zbytečné dokumenty?
- ✓ V rozích a jiných „zákoutích“ jsou zbytečnosti, nepořádek?
- ✓ Vyskytují se poškozené elektrické kabely, hadice, svítidla, apod.?
- ✓ Vyskytují se mokrá, mastná místa – hrozící úrazem?



Obr. 39 Ukázka z pracoviště - 1.S

Před:



Po:

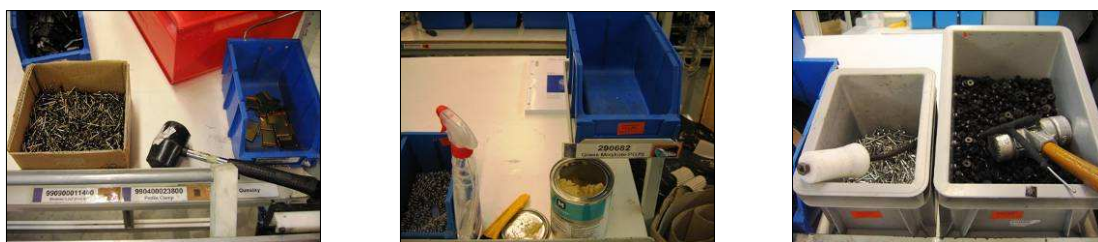


Obr. 40 Výskyt nepoužívaných obalů a nepořádek na pracovišti

b) SEITON (uspořádej)

Otázky týkající se druhého bodu programu 5S jsou následující:

- ✓ Vyskytují se věci, u kterých není zřejmé, kam patří?
- ✓ Vyskytuje se nepoužívané nářadí, které není na svém místě?
- ✓ Chybí označení komponentů, polotovarů?
- ✓ Chybí vyčlenění a označení míst pro úklidové prostředky?
- ✓ Chybí vyznačení a popsání míst pro ukládání odpadů?
- ✓ Vyskytují se osobní věci na pracovním stole mimo vymezené místo?



Obr. 41 Ukázka z pracoviště - 2.S

Před:



Po:



Obr. 42 Uložení každého předmětu na své místo

c) SEISO (uklid')

I pro třetí bod programu 5S jsou stanovena pravidla, týkající se čistoty pracoviště a hledání způsobů, jak udržovat čistotu a pořádek, který je základem vyšší kvality práce. Tento bod opět doprovází řada otázek:

- ✓ Podlahy jsou špinavé, mastné?
- ✓ Pracovní stoly jsou neuklizené nebo znečištěné?
- ✓ Návodky, instrukce jsou špinavé, špatně čitelné?
- ✓ Označení, pruhy na podlaze jsou špinavé nebo poškozené?

d) SEIKETSU (standardizuj)

Tento bod zahrnuje monitorování výsledků z prvních třech kroků, všechny položky musí být na svém místě a označeny štítkem. Dále je nutné se v rámci tohoto bodu zaměřit na tyto další aspekty:

- ✓ Na nástěnkách chybí potřebné údaje?
- ✓ Chybí pracovní návodky nebo jiné instrukce?
- ✓ Chybí označení míst pro komponenty nebo jiný materiál?
- ✓ Chybí plán provádění úklidu a jeho evidence?

Před:



Po:



Obr. 43 Standardizace - dolepení chybějících popisek

e) SHITSUKE (udržuj)

V této fázi je nutné opět na pravidlech metody 5S a s tím souvisí záznam případů, kdy pracovní pomůcky nebyly k dispozici nebo připraveny, nebo došlo k porušení některého z uvedených bodů.

3.4.2 Podlahový management na pracovišti

Podlahový management zajišťuje, že vše je na svém místě a je umístěno pouze tam, kde má být. Vzniká tak přehledné pracoviště, které přispívá ke snadné orientaci, a tím zabraňuje chybám v procesu.

Podlahový management vychází ze standardů firmy BOS automotive s.r.o. Bedny na podlaze se označují samolepkou bílé barvy o rozměrech 298 x 100 mm s černým písmem Arial CE 90. Hrany beden se vyznačí šedými růžky o rozměrech 100 x 100 mm s přesahem 100 mm od bedny.

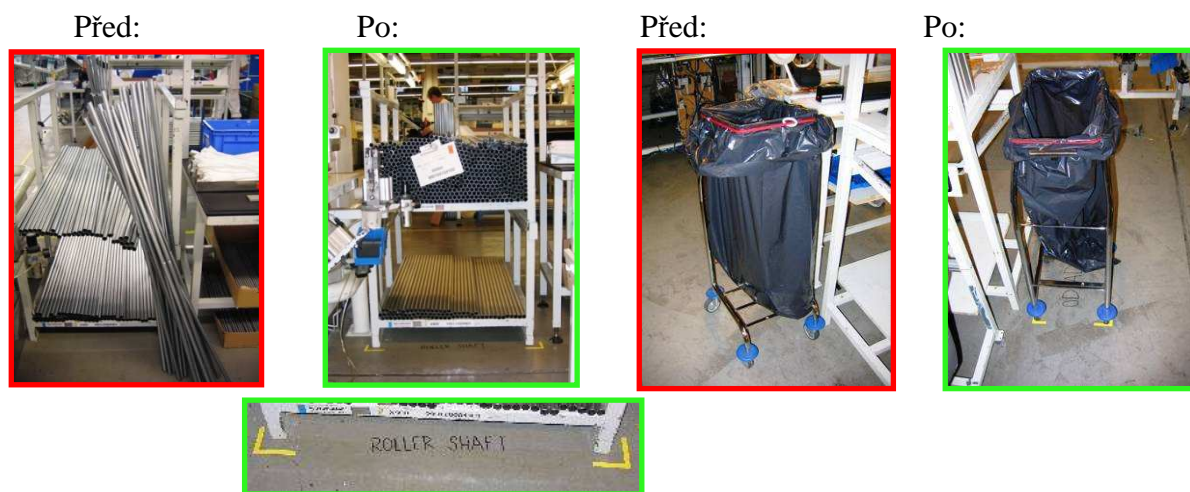


Obr. 44 Příklad podlahového managementu

Mým úkolem bylo podlahový management v buňce L322/X400 nikoli zavést, ale pouze odhalit místa kde chybí a „nahrubo“ zde podlahový management doplnit.

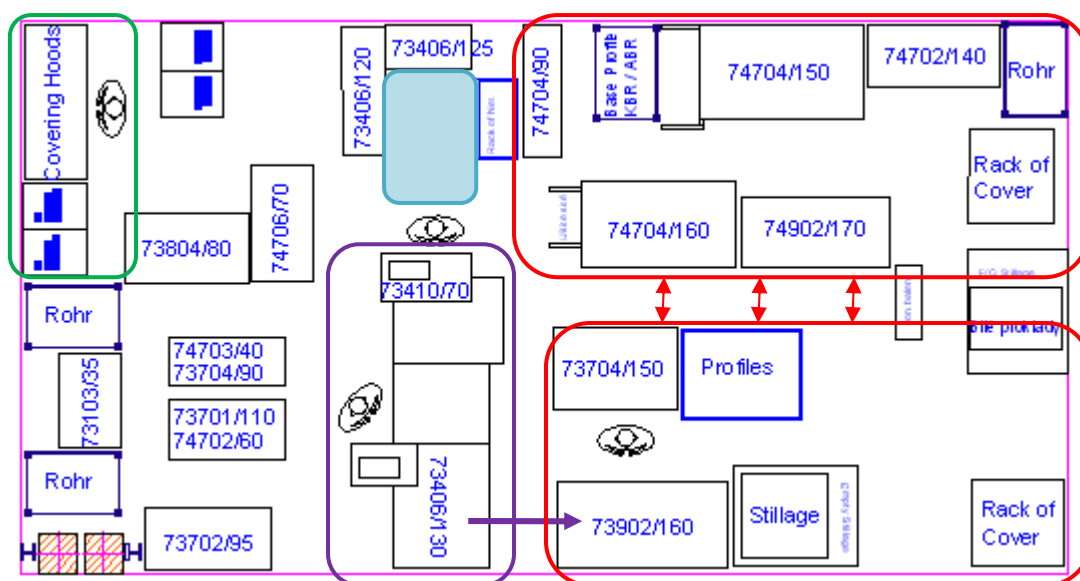
Jednalo se o nalepení žluté pásky na podlahu a černým smazatelným fixem doplnit název položky pro dané místo. Dále bylo nutné vypracování seznamu chybějících názvů a předání tohoto seznamu kompetentní osobě k vyhotovení štítků.

Problematika se týká položek, které nejsou na pracovišti umístěné napevno. Jedná se o palety, pojízdné stolky, stojany s polotovary, věšáky na rozpracovanou výrobu a další. Musí být zřejmé, co na dané místo patří a jakou plochu na podlaze daný předmět zabírá.



Obr. 45 Praktický příklad podlahového managementu

Obr. 46 Původní layout buňky L322/X400



Obr. 47 Úprava layoutu

- pracoviště 73406/130 a 73 410/70 (fialová) přisunuty blíže k pracovišti 73902/160 - konečná montáž → vznik vhodnějšího manipulačního prostoru u pracoviště 73406/120 - olemování sítí (modrá)
- vzájemné odsunutí dílčích buněk pro Jaguar a Land Rover, vznik tzv. „polské uličky“ mezi těmito pracovišti z důvodu zásobování materiálem ze zadní strany pracoviště (červená)

- vhodnější uspořádání pracoviště 73704/100 - Covering hoods (zelená) a přemístění pracoviště 73704/170 (oranžová) mimo hnízdo (vysvětlení viz kapitola 3.4.4.1)
- dosažení volnější průchodnosti mezi jednotlivými pracovišti

Zhodnocení návrhu:

V tomto návrhu šlo o přestavbu layoutu bez jakýchkoli investičních nákladů. I přesto, že se podařilo zprůchodnit některé uličky, z layoutu je patrné, že buňka stále nesplňuje požadavky U buňky. Tudíž další fáze projektu byla zaměřena na optimalizaci jednotlivých pracovišť s cílem další úspory místa a vhodnějšího uspořádání buňky. Cílem bylo odstranit zbytečně velké odkládací plochy (obr. 48).



Obr. 48 Velké plochy pracovišť

3.4.4 Optimalizace pracovišť se zaměřením na ergonomii

Ve fázi optimalizace pracovišť je nezbytně nutné detailní pochopení činností prováděných na jednotlivých pracovištích a zjištění všech materiálů, polotovarů, nástrojů a celou řadu dalších pomůcek, vstupujících na pracoviště. U materiálů je nutné zjistit obaly, ve kterých jsou na pracoviště zásobovány.

Detailní popis operací viz příloha A.

3.4.4.1 Návrh nového pracoviště z hliníkových profilů

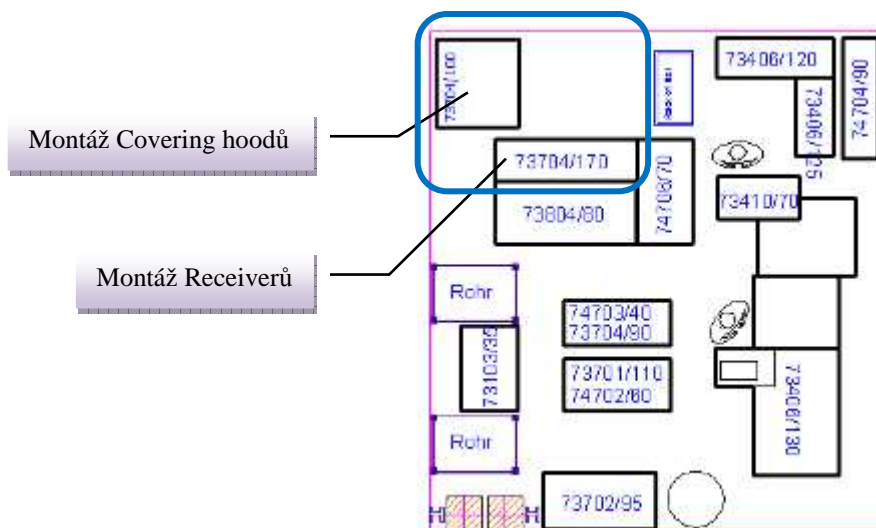
Číslo pracoviště: **73 704/170**

Název pracoviště: Montáž Receiveru



Obr. 49 Pracoviště před optimalizací

Na tomto pracovišti se montují Receivery, levý a pravý. Původní rozměr pracoviště pro montáž Receiveru byl 1600 x 1000 mm a obsazoval místo v levém horním rohu v layoutu buňky X400/L322 (obr. 50). V případě, že se sešla výroba Receiveru a Covering hoodu, na těchto pracovištích pak nebyl možný pohyb. Požadavkem bylo optimalizovat rozměr stolu pro Recievery a následně pracoviště přesunout na volný prostor do buňky TGN P28, jedná se o sousední buňku X400/L322. Toto pracoviště funguje samostatně a nemá návaznost na původní buňku X400/L322, přesunu tedy nebránily žádné vazby.



Obr. 50 Původní rozmístění pracovišť pro montáž Recieveru a Covering Hoodu








Další krok:

Na pracovišti pro montáž Receiveru nebyl zavedený Kanban, zásoba materiálu byla umístěna pod stolem ve velkých obalech a operátor se musel ohýbat a materiál si doplňovat sám. Tudíž prvním krokem bylo zavedení Kanbanu, které si vyžadovalo rozbor kusovníku a zjištění všech materiálů vstupujících do procesu.

Tabulka 3: Rozbor kusovníku

	Tietle numer	Bezeichnung	Menge
.1	898600011001	Net Receiver Assembly LH/RH	1
..2	990700010600	Compression spring	1
..2	990900011401	Blindniet 3,2x7,9 mm sw	1
..2	991600026600	Greas Molykote	1
..2	991800178204	Reciever Adaptor LH/RH	1
..2	991800178401	Locking Pin LH/RH	1
..2	992800011403	Receiver Support LH/RH	1
.1	309635	Karton 600x400x200mm	1

Tabulka 4: Volba zásobovacích obalů

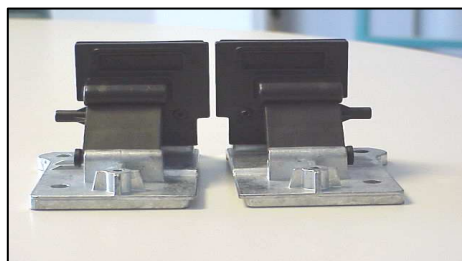
Název položky	Fotografie	Číslo obalu	Rozměr obalu[cm]
Receiver Adaptor RH/LH		3	40 x 30 x 170
Locking PIN RH/LH		3	40 x 30 x 170
Compression spring		2	30 x 20 x 140
Blindniet 3,2x7,9 mm sw		1	20 x 15 x 140
Receiver Support RH/LH		dodavateský obal	80 x 60 x 50
Karton		volně	60 x 40 x 20
Greas Molykote P675		plechovka	-

Objem výroby Receiverů vychází z Masteru pro rok 2008. Průměrná měsíční výroba činí 3116 ks při taktu 0,78 min. To znamená, že pracoviště pro montáž Receiverů je vytíženo pouze na 6 směn v měsíci. Při navrhování zásobovací dávky bylo nutné s tímto objemem počítat.

V případě komponentů Receiver Adaptor LH/RH a Locking PIN (obal 3) je velikost obalu stanovena tak, aby zásoba materiálu postačila na jednu směnu. V případě pružin (obal 2) a nýtů (obal 1) dávka ve stanoveném obalu vydrží na tři směny, jedná se součástky velmi malých rozměrů.

Popis operací na pracovišti:

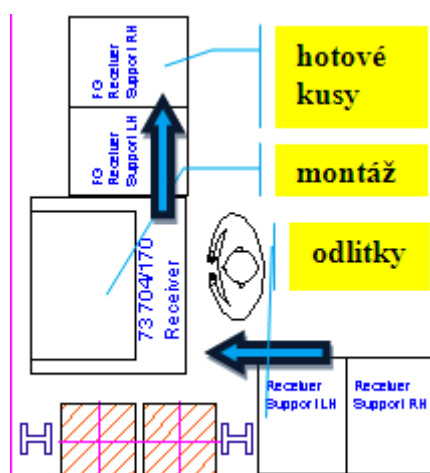
Receiver Support je umístěn operátorem do montážního přípravku. K Receiveru se přikládá korespondující Adaptor. Stlačením páky se svorky Adaptoru zafixují ve výřezech v Receiveru. Pomocí nýtovací pistole dochází k nerozebíratelnému spoji mezi Adaptorem a Receiverem. Receiver se následně ustaví do dalšího přípravku a operátor do Receiveru zakládá pružinu. V dalším kroku operátor zasouvá Locking Pin do drážek v Receiveru a dochází tak ke kompletaci hotového dílu.



Obr. 51 Levý a pravý Receiver

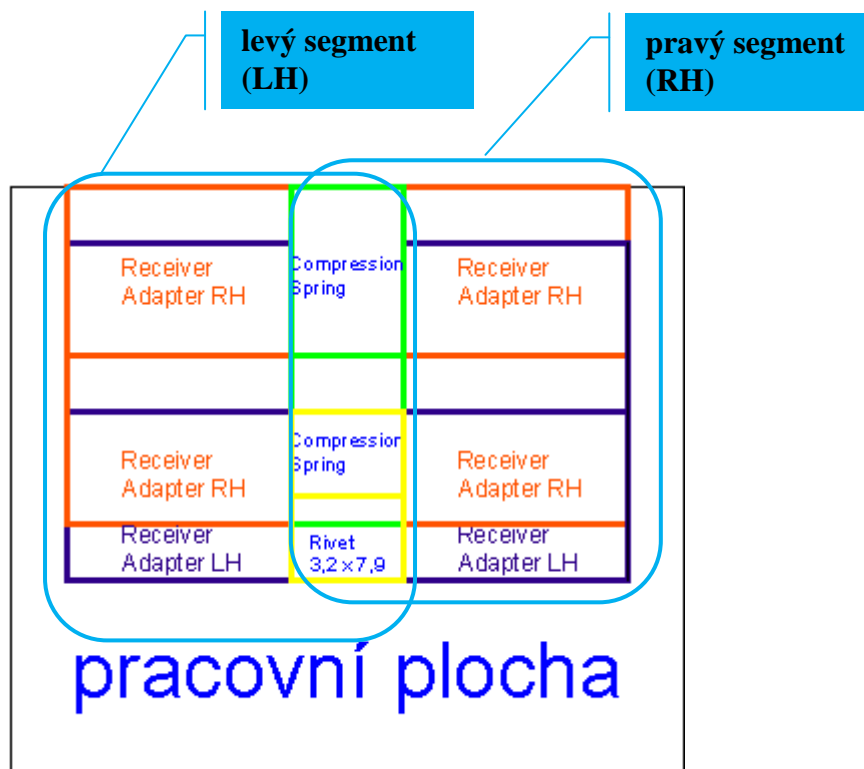
Další krok postupu zahrnuje návrh materiálového toku a určení sledu operací, v jakém bude operátor daný díl montovat. Vzhledem k ploše, na kterou bude pracoviště přesunuto, je návrh toku materiálu následující.

Odlitky (Receiver Support LH/RH) jsou umístěny v papírových obalech dodavatele na paletě po levé ruce operátora. Operátor odebere odlitek a přenes ho na stůl. Po montáži komponentů se sestavený díl ukládá do papírového obalu zákazníka uloženého na paletě po pravé ruce operátora. Je zajištěn plynulý tok materiálu (obr. 52).



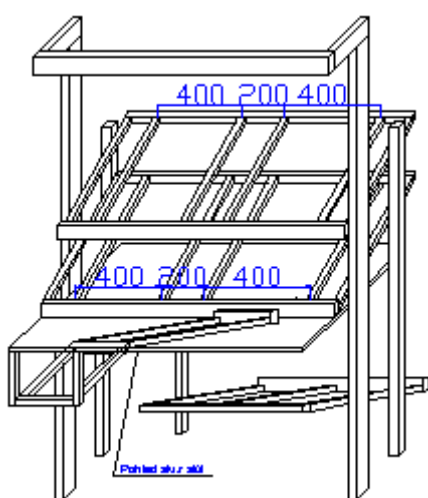
Obr. 52 Tok materiálu

Nyní přejdeme k samotnému návrhu pracoviště. Je zapotřebí uspořádat prostor změnou rozměrů stolu oproti předchozímu, kde byly zavedené trubkové skluzy v jedné řadě po celé šířce stolu. Z hlediska ergonomie je nejvhodnější mít materiál na dosah ruky a nedělat tak zbytečné pohyby trupu a úkroky stranou. Proto regál navrhuji se skluzy ve dvou řadách. Koncept návrhu je znázorněn na obrázku s ohledem na montáž pravých a levých Receiverů.

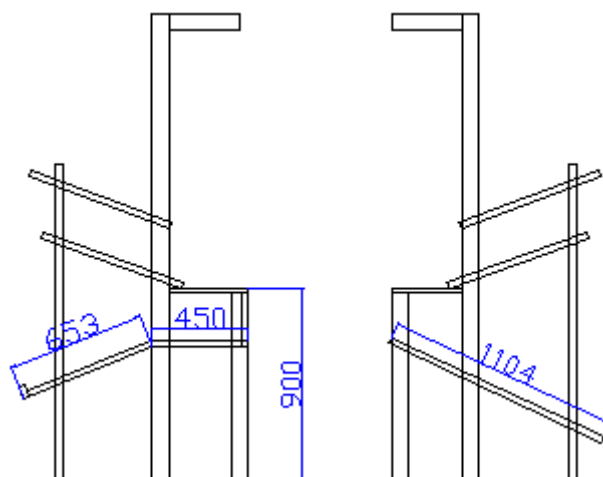


Obr. 53 Koncept návrhu

Skica navrženého pracoviště zkonstruovaná v programu AutoCAD.



Obr. 55 Pohled na pracoviště



Obr. 54 Levý bokorys a pravý bokorys

Konstrukční návrh byl upraven, dořešen a za pomoci pracovníků z firmy BOS byly připraveny podklady k návrhu cenové kalkulace. Celková předběžná cena materiálu včetně práce byla stanovena na 26.000,- Kč.

Návrh nového pracoviště se podařilo zrealizovat. Na fotografii (obr. 57) je znázorněn nový stůl pro montáž Receiveru včetně standardizace v porovnání s předchozím pracovištěm (obr. 56).



Obr. 56 Původní pracoviště



Obr. 57 Nové pracoviště

Závěr návrhu:

V tomto návrhu došlo k navýšení produktivity z důvodu odstranění zbytečných pohybů (kroky stranou, ohýbání pro zásobu materiálu umístěnou pod pracovištěm atd.). Bylo docíleno úspory místa stolu z původního rozměru 1600 x 1000 mm na rozměr 1300 x 900 mm. Plán výroby Receiverů je stanoven na rok 2010, proto je návratnost investic zaručena.

3.4.4.2 Návrh pro úpravu pracoviště

Název pracoviště: Stříhání košilky

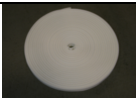



Číslo pracoviště: 73 103/35



Obr. 58 Pracoviště před optimalizací

Cílem optimalizace tohoto stolu bylo odstranění nedostatku prostoru pro pohyb operátora před pracovištěm a odstranění nedostatků z hlediska ergonomie. Stejně jako v předchozím návrhu bylo nutné provést rozbor materiálů vstupujících do procesu. Přehled materiálů, náradí a přípravků je znázorněn v tabulce (tab. 5).

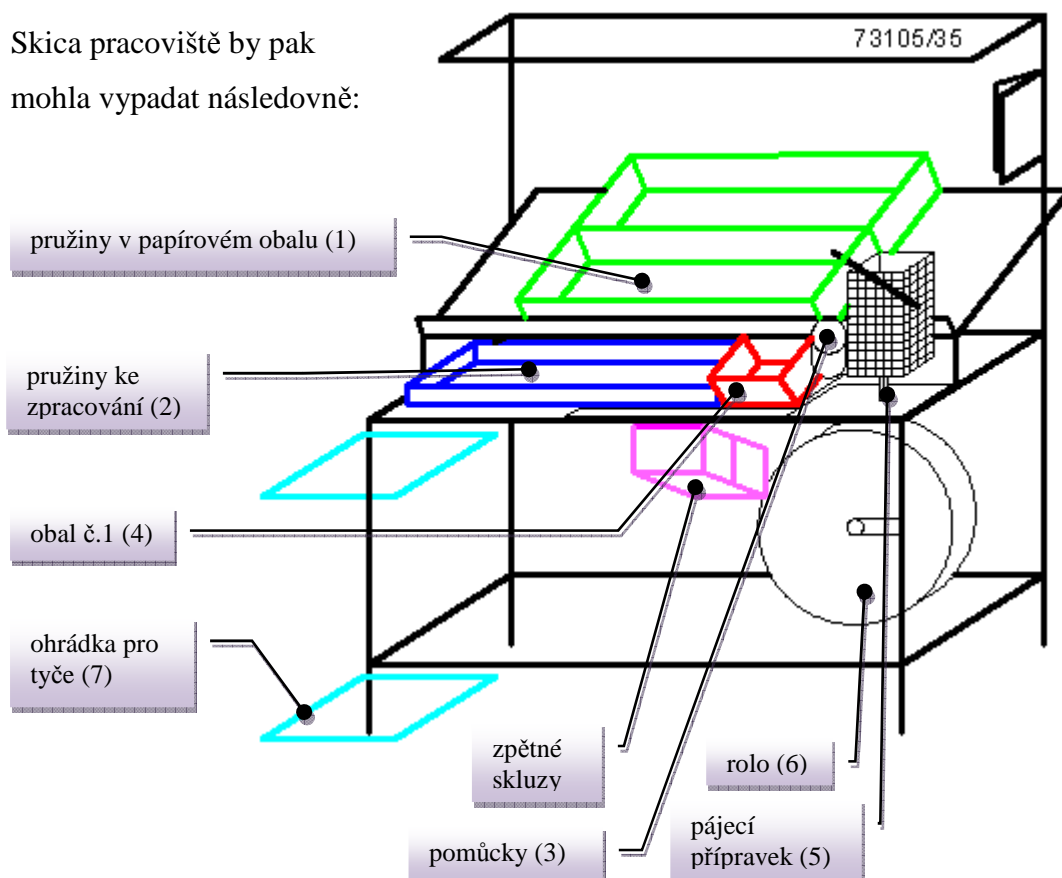
Tabulka 5: Materiál, nářadí a přípravky vstupující na pracoviště

Název položky	Fotografie	Obaly	Nářadí	Přípravky
rolo košilky		volně	kleště	pájecí
vazelína		plechovka	štětec	
pružina		paírový obal		
koncovka		obal č.:1		

Změny provedené v návrhu:

- Pružiny v dodavatelském obalu by bylo vhodné přesunout na přídavnou desku k ruce operátorovi (1), odpadlo by nahýbání pod stůl.
- Obal s koncovkami musí být nahrazen menším obalem, kde by byla zásoba pouze na jednu směnu ve dvou boxovém kanbanu (4).
Navrhoval bych velikost obalu 1. Tento obal pojme 200 ks koncovek.
Při produkci pro Land Rover 100 ks/směnu vydrží materiál v navrhovaném obalu na pracovišti dva dny.
- Zásobník s košílkou (rolo) by bylo vhodné přemístit pod stůl (6), došlo by tak k optimalizaci rozměru hloubky stolu.
- Navrhl bych zavedení pojízdné „ohrádky“ pro tyče. (7) Operátoři si často odkládali rozpracovanou výrobu z tohoto pracoviště přímo do konstrukce pro vstupní zásobu tyčí.
- Nutné zavedení zpětných skluzů pro prázdné obaly.

Skica pracoviště by pak mohla vypadat následovně:



Obr. 59 Návrh nového pracoviště

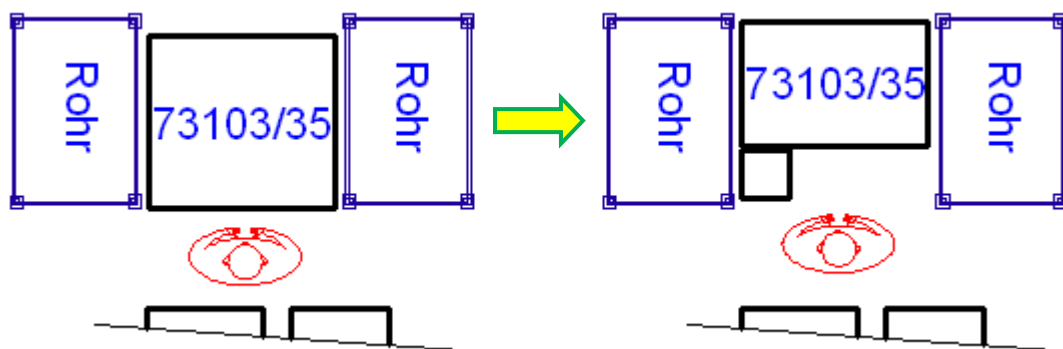
Stručný popis operací:

Operátor odebere pružiny z papírového obalu (1) umístěného na přidavné desce a přesune je do plechového obalu (2) určeného pro natírání pružin vazelínou. V tomto plechovém obalu natře pružiny vazelínou (3) a poté nasadí koncovky (4). Pomocí pájecího přípravku (5) uřízne košilku (6) a vloží do ní pružinu s koncovkou, tento díl neodkládá k dalšímu zpracování, jak je tomu v původním případě, ale do tyčí připravených v ohrádce (7) rovnou nasadí pružinu s koncovkou a košilkou.

Závěr návrhu:

Celkový rozměr stolu by se zredukoval z původního rozměru 1200 x 1100 mm na rozměr 1200 x 800 mm, což je úspora 30 cm do hloubky rozměru. Po této optimalizaci stolu je možné pracoviště přesunout směrem dozadu a uvolnit tak prostor potřebný pro konstrukci na rozpracovanou výrobu tyčí a prostor pro nutný pohyb před pracovištěm.

(obr. 60b).



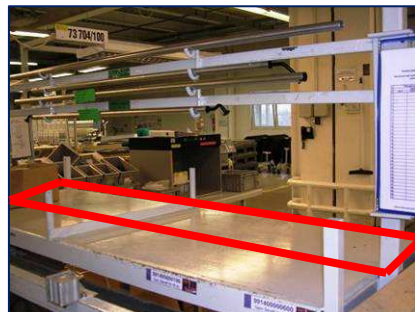
Obr. 60 Prostor okolo pracoviště před a po optimalizaci

3.4.5 Optimalizace pracovišť zaměřená na eliminaci plochy

3.4.5.1 Návrh 1

Název pracoviště: Montáž hooku
a krimpování štifeneru

Číslo pracoviště: **73 804/80**



Obr. 61 Ukázka pracoviště

Změny provedené v návrhu:

Na tomto pracovišti by šlo pouze o odstranění přebytečné odkládací plochy, která nemá význam ani z hlediska zásobování ani z jiných funkčních hledisek.

Závěr návrhu:

Rozměr pracoviště by se zmenšil z původních 1600 x 900 mm na rozměr 1600 x 600 mm.

3.4.5.2 Návrh 2

Název pracoviště: Montáž mechanismu Cover

Číslo pracoviště: **74 702/140**



Obr. 62 Optimalizace pracoviště

Změny provedené v návrhu:

Na toto pracoviště se zásobují tyče v kovových konstrukcích, které se umísťují po boku pracoviště. Operátor musí dělat zbytečné kroky stranou pro materiál. Je možné tuto konstrukci s tyčemi zásobovat přímo pod stůl pracoviště otočenou o 90°. Tento návrh by si však vyžadoval kovovou konstrukci posadit na podpěry ze zadní strany, aby byl zajištěn stálý přísun tyčí se šikmým spádem. Rozměr 1240 x 840 mm potřebný pro umístění pod stůl je vyhovující.

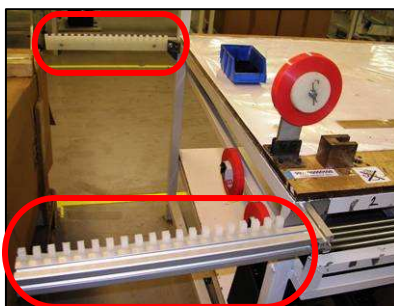
Závěr návrhu:

Tato alternativa optimalizace zaručí úsporu místa, kterou v současné době zabírá konstrukce s tyčemi. Uvolněná plocha by pak činila 1240 x 840 mm.

3.4.5.3 Návrh 3

Název pracoviště: lepení topu, montáž kazety; rozpracovaná výroba

Číslo pracoviště: **74 704/150**



Obr. 63 Optimalizace pracoviště

Změny provedené v návrhu:

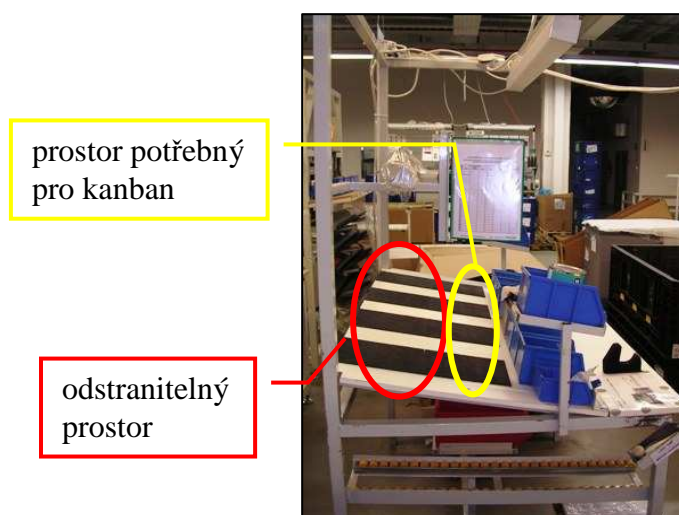
V tomto případě se jedná o rozpracovanost výroby. Pokud je WIP stanovený na 20 ks, pak je šířka věšáku 500 mm. Změníme-li WIP například na 5ks, pak se rozměr věšáku sníží o 320 mm, což znamená další úsporu prostoru.

Změnu WIP je možné provést z hlediska technologie, jelikož se již používá lepidlo s kratší dobou zasychání než v době návrhu původního pracoviště s WIP 20 ks.

3.4.5.4 Návrh 4

Název pracoviště: Montáž kazety

Číslo pracoviště: 73 704/150



Obr. 64 Optimalizace pracoviště

Změny provedené v návrhu:

V případě tohoto pracoviště se jedná o zbytečně velkou odkládací plochu v zadní části, kam operátoři odkládají rozpracovanou výrobu. Z hlediska zásobování ze zadní strany stolu je tato alternativa nepřijatelná.

Na tomto pracovišti se montují pouze součástky drobného charakteru, tudíž postačí velikost obalu 1 pro všechny tyto součástky. Rozměry obalu jsou 150 x 200 mm, tzn., při uvažování dvou boxů si zásobovací prostor vyžaduje 400 mm do hloubky stolu. Ostatní plocha je považována za nepotřebnou.

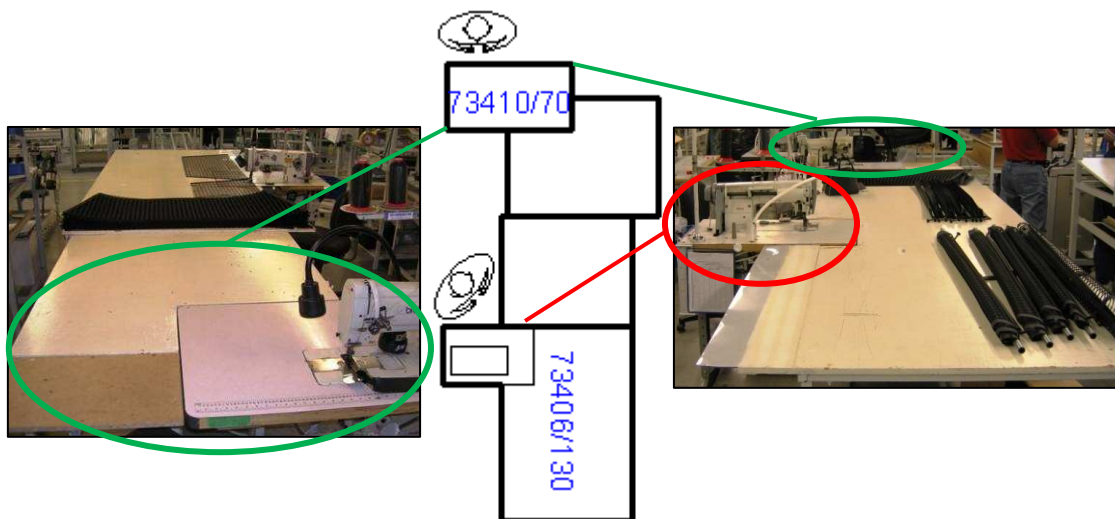
Závěr návrhu:

Odstraněním přebytečného prostoru by bylo dosaženo rozměru pracoviště 1600 x 700 mm z původních 1600 x 1050 mm.

3.4.5.5 Návrh 5

Název pracoviště: Cik Cak (přišití lemovek k síti) a olemování sítí

Číslo pracoviště: 73406/130 a 73410/70

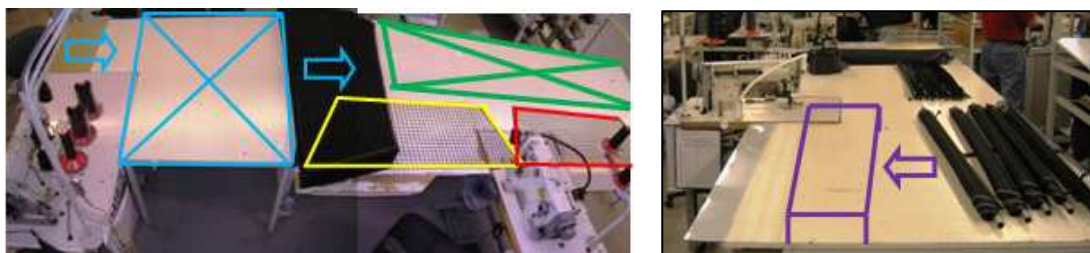


Obr. 65 Optimalizace CIK CAK

Již z obrázku (obr. 65) je zřejmé, že tyto pracoviště mají největší nedostatky z hlediska prostoru. Jedná se o velké plochy stolů, kam se odkládá rozpracovaná výroba, popř. jiné další osobní věci apod.

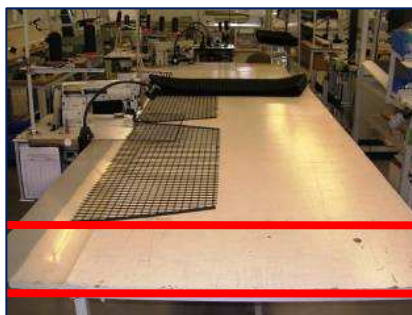
Požadovaný prostor stolu u CIK CAK vychází z rozměru sítě, který je 1280 x 1080 mm. Tato plocha musí být dodržena před i za šicím strojem (viz obr. 66 – žlutá a červená). V případě, že se zásoba olemovaných sítí přesune (obr. 66 – modrá) a navrhne se patrové vyvýšení pro tuto zásobu, uspoříme další prostor. Tímto zaručíme šití sítí na CIK CAK bez jakýchkoli potíží.

Dále je nutné vyřešit rozpracovanost hotových sítí. Návrhem vyvýšené konstrukce (obr. 66 - fialová) je umožněn přesun rozpracovanosti hotových sítí a následné odstranění volného prostoru desky stolu (obr 66 – zelená).



Obr. 66 Pracoviště CIK CAK

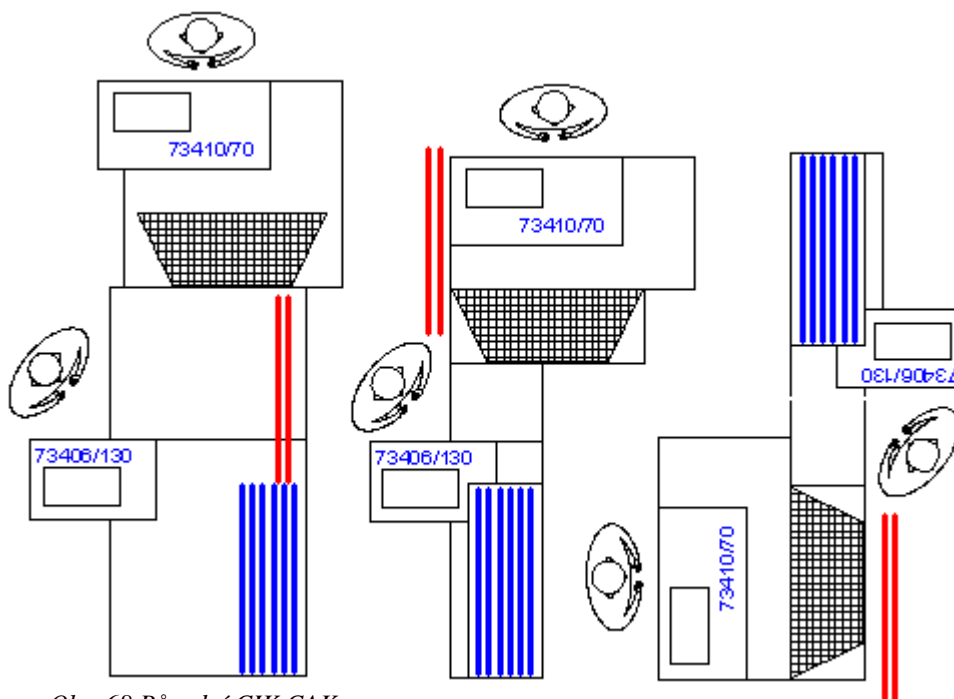
Jak již bylo uvedeno výše, požadovaný prostor stolu vychází z rozměru sítě. Musí být zajištěn volný prostor před i za šicím strojem. Z obrázku (obr. 67) je patrné, o kolik je stůl delší, než je skutečně zapotřebí. Zde je možné uspořít další prostor zkrácením desky stolu.



Obr. 67 Odstranitelná plocha

Závěr návrhu:

Uvedenou změnou by se podařilo ušetřit prostor 3m^2 . Podle provedení celkového layoutu by pak bylo možné pracoviště CIK CAK otočit o 90° a dosáhnout tak úspornějšího rozložení pracoviště. Ukázka obou návrhů je uvedena na obrázku s porovnáním původního stavu.



Obr. 68 Původní CIK CAK

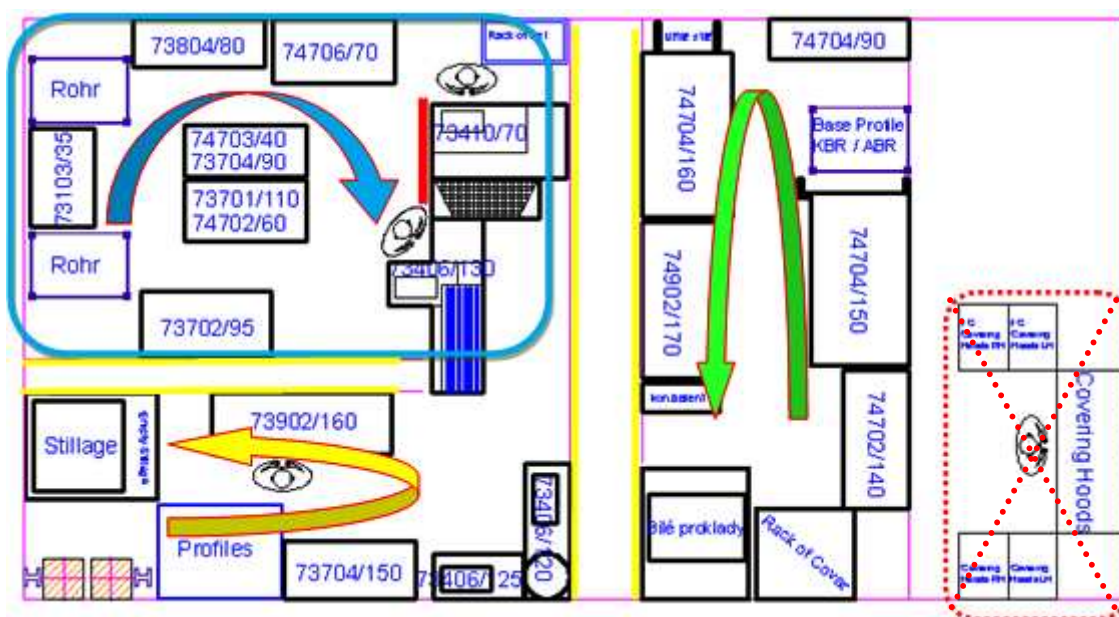
Obr. 69 Optimalizace CIK CAK – návrh 1

Obr. 70 Optimalizace CIK CAK – návrh 2

3.4.6 Návrhy nového uspořádání layoutu

3.4.6.1 Návrh č. 1

V návrhu bylo nutné osamostatnit tok materiálu pro oba výrobky a v místě větvení toku navrhnout samostatnou U-buňku pro Jaguar (obr. 71 – zelená) a samostatnou U-buňku pro Land Rover (obr. 71 – žlutá), návrh je znázorněn na obrázku.

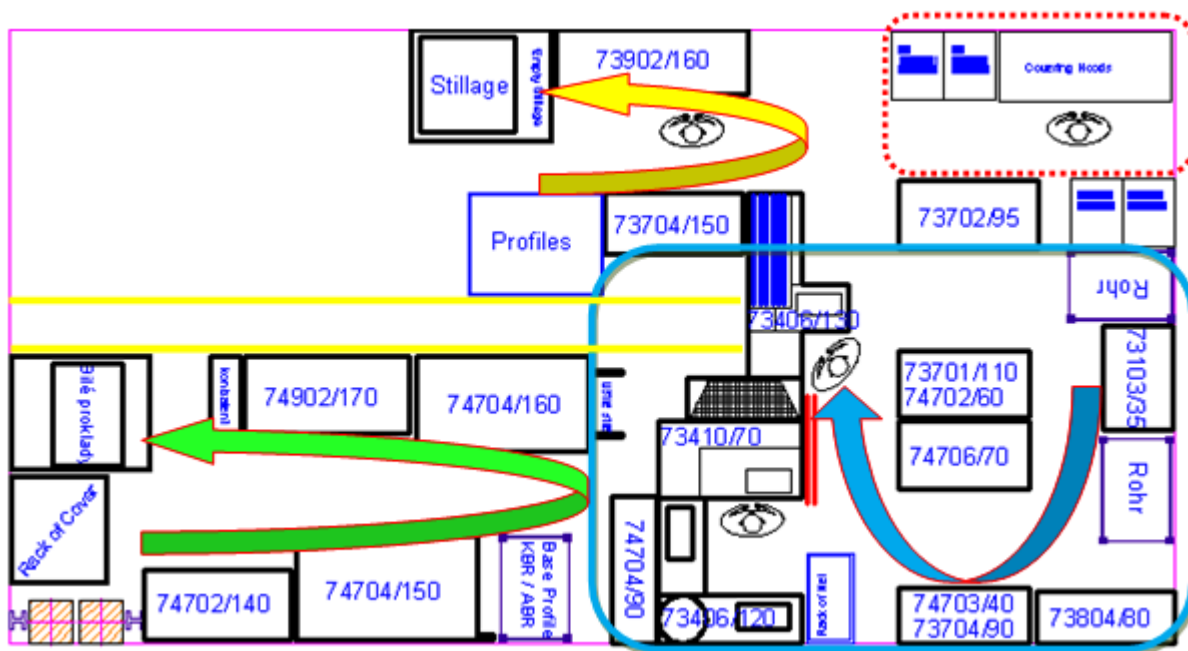


Obr. 71 Návrh nového layoutu 1

Materiál by měl dle zásad tvorby buněk vstupovat do procesu z vnější strany. Je nutné dodržet přístupovou uličku z důvodu zásobování, tudíž by bylo dobré buňku pro Jaguar osamostatnit. Při výrobě KBR X400 vstupují do procesu ještě sítě, v případě výroby ABR X400 jede buňka samostatně. Pracoviště Covering Hood s buňkou nesouvisí. Navrhují přesunutí pracoviště Covering Hood na vhodnější místo mimo buňku X400/L322. Buňka X400/L322 by pak zabírala plochu o rozměru 11 x 7 m oproti původnímu rozměru 13,5 x 7 m, což představuje úsporu plochy o 17,5 m².

3.4.6.2 Návrh č. 2

V návrhu bylo taktéž nutné osamostatnit tok materiálu pro oba výrobky a v místě větvení toku navrhnout samostatnou U-buňku pro Jaguar (obr. 72 – zelená) a samostatnou U-buňku pro Land Rover (obr. 72 – žlutá), návrh je znázorněn na obrázku.



Obr. 72 Návrh nového layoutu 2

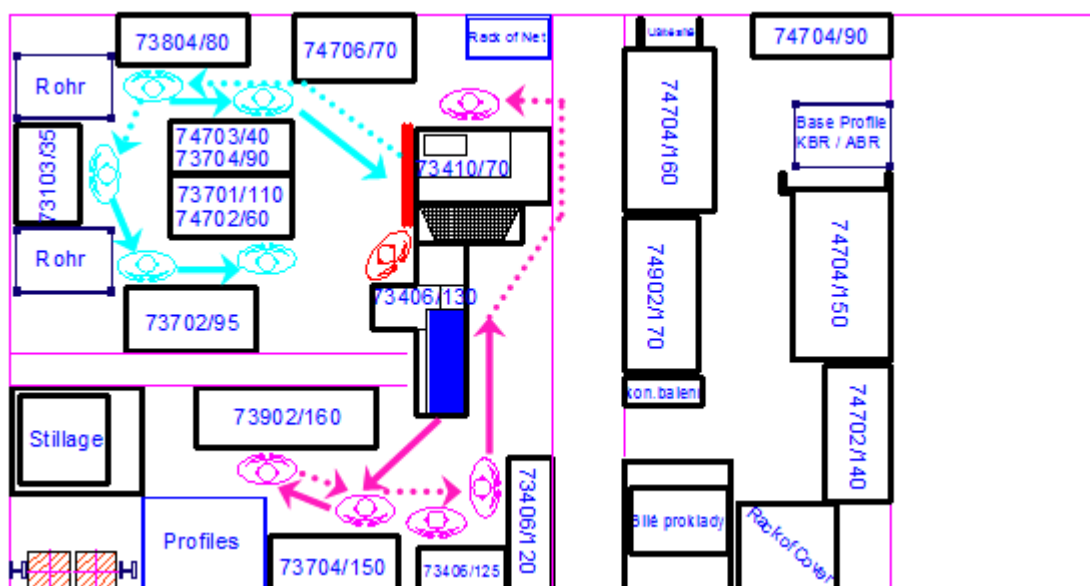
Opět bylo nutné dodržet přístupovou uličku z důvodu zásobování materiálem ze zadní strany. Pracoviště Covering Hood je v tomto návrhu celkem šikovně přesunuto mimo hlavní tok výroby. Plocha úspory v případě tohoto layoutu by činila 17m².

Vzhledem k novému rozmístění layoutu bylo nutné vypracovat návrh nového vybalancování operátorů v buňce a odstranit tak křížení a dlouhé vzdálenosti cest oproti původnímu stavu. Využití operátorů pro TGR L322 je znázorněné v tab.

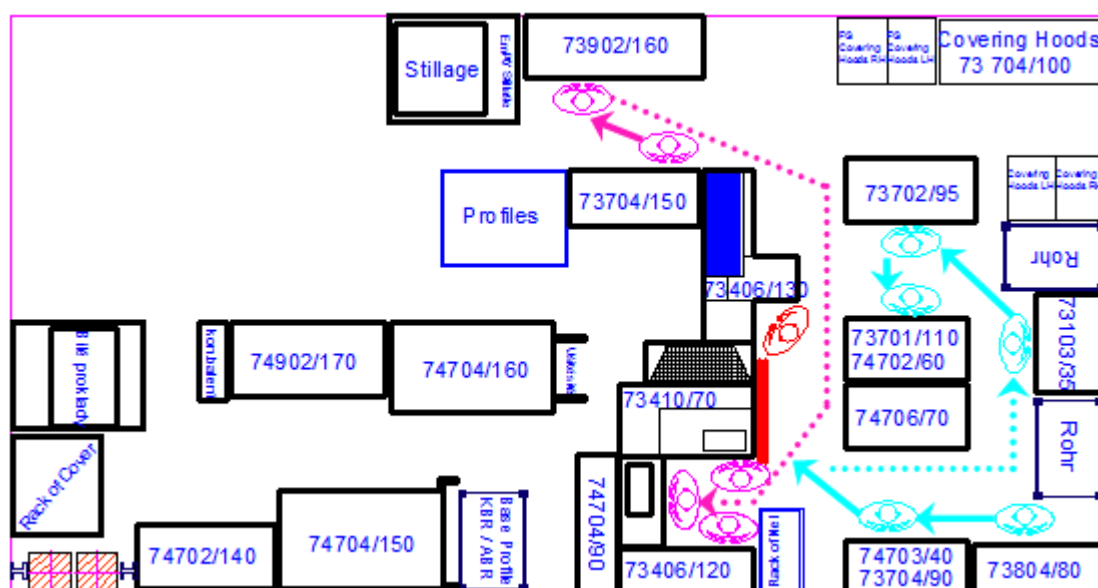
96%	100%	86%
P 2	P 1	P 2
[min]	[min]	[min]

Poz.	Operace na pracovišti	pracoviště	4,30	4,50	3,85
1	stříhání košilky, předmontáž mechanismu	73 103/35	0,40		
2	montáž mechanismu	73 702/95	1,70		
3	montáž lemovky ke štifeneru	73 704/90	0,80		
4	montáž mechanismu ke kožence	73 701/110	0,90		
5	montáž háků a krimpování štifeneru	73 804/80	0,50		
6	CIK CAK – šití lemovek k síti	73 406/130		4,50	
7	konečná kontrola	73 704/150			0,75
8	konečná montáž, kontrola a balení	73 902/160			2,00
9	sešití poutka	73 406/120			0,40
10	olemování sítě	73 410/70			0,70

Šípkami jsou vyznačeny pohyby operátorů v buňce při novém vybalancování. Znárodnění cest při původním vybalancování je znázorněno v příloze C.



Obr. 73 Spaghetti diagram - Land Rover TGR L322 návrh 1



Obr. 74 Spaghetti diagram - Land Rover TGR L322 návrh 2

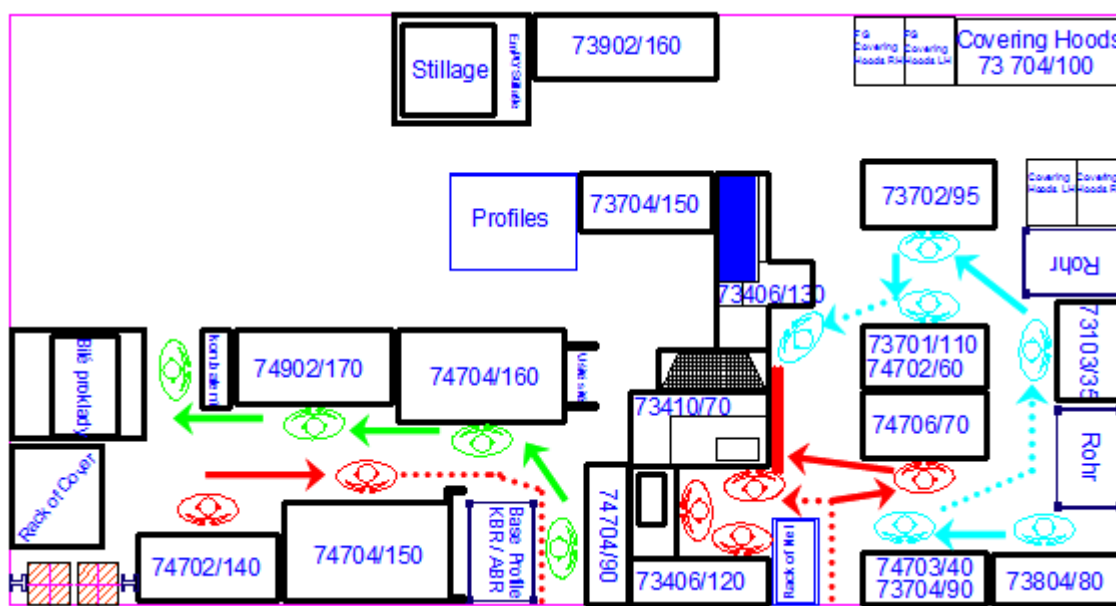
3.4.8 Spaghetti diagram pro Jaguar KBR X400

Využití operátorů pro KBR X400 je znázorněné v tab.

Tabulka 7: Využití operátorů pro KBR X400

Poz.	Operace na pracovišti	pracoviště	93%	100%	92%
			P 1 [min]	P 2 [min]	P 3 [min]
	radýne		7,61	8,16	7,54
1	montáž mechanismu	73 702/95		1,02	
2	stříhání + předmontáž kazety	74 704/90		1,70	1,27
3	montáž mechanismu Cover	74 702/140	3,49		
4	lepení topu + montáž klapky	74 702/150	1,79		
5	montáž háků a krimpování štifeneru	73 804/80		0,40	
6	stříhání košílky, předmontáž mechanismu	73 103/35		0,40	
7	olemování sítě	73 410/70	0,53		
8	sešití poutka	73 406/120	0,19		
9	montáž lemovky ke štifeneru	74 703/40		1,05	
10	montáž mechanismu ke kožence	74 702/60		0,43	
11	přilepení horní tyče k síti	74 706/70	0,76		
12	přilepení mechanismu k síti	74 706/70	0,85		
13	CIK CAK – šití lemovek k síti	73 406/130		3,16	
14	montáž sítě ke kazetě, navíječka	74704/160			4,50
15	konečná kontrola a balení	74704/170			1,77

Obr. 75 Spaghetti diagram - Jaguar KBR X400 návrh 1



Obr. 76 Spaghetti diagram - Jaguar KBR X400 návrh 2

Vyhodnocení návrhů nových layoutů:

Návrh 1:

Osamostatnění buňky pro Jaguar. V případě výroby pouze pro Land Rover je velikost využití plochy buňky 48 m². Produkt pro Land Rover se vyrábí 4 dny v týdnu, pro Jaguar pouze 1 den v týdnu, z tohoto hlediska bych v buňce upřednostnil výrobu produktu pro Land Rover a přiklonil se k tomuto návrhu (obr. 73) i přesto, že v případě výroby pro Jaguar je cesta červeného operátora značně delší (obr 75).

Návrh 2:

Nepodařilo se odstranit některé křížení cest a červený operátor musí v případě přesunu na jiné pracoviště opustit buňku (obr. 76). Pravidla pro tvorbu buněk tyto výjimky nepovolují.

Volba návrhu:

V obou případech představuje úspora plochy 17 m².

V návrhu 1 je úspora po celé šířce buňky (obr. 71), jedná se tedy o využitelnější plochu než u návrhu 2 (obr. 72). Volil bych návrh layoutu 1, důvodem je více využitelná plocha a vyšší úspora vzdáleností cest operátorů (tab. 10).

Tabulka 8: Porovnání vzdáleností cest operátorů - Land Rover TGR L322

	Operátor 1 (modrý)	Operátor 2 (fialový)	Operátor 3 (červený)	Suma
Původní stav [m]	17	25	0	42
Návrh 1 [m]	12,8	14	0	26,8
Návrh 2 [m]	9,8	14,6	0	24,4

Tabulka 9: Porovnání vzdáleností cest operátorů - Jaguar KBR X400

	Operátor 1 (modrý)	Operátor 2 (zelený)	Operátor 3 (červený)	Suma
Původní stav [m]	20	34	32	86
Návrh 1 [m]	9	10,5	21,8	41,3
Návrh 2 [m]	11,2	10,5	26,3	48

Tabulka 10: Úspora cest operátorů

	Návrh 1	Návrh 2
Land Rover TGR L322	36%	42%
Jaguar KBR X400	52%	44%

Tabulka 11: Využití operátorů [%] - porovnání původního a nového vybalancování

	Land Rover			CELKEM	Jaguar			CELKEM
	OP 1	OP 2	OP 3		OP 1	OP 2	OP 3	
Původní	91	100	90	93,7 %	98	90	98	95,3 %
Nový	96	100	86	94 %	93	100	92	95 %

4. Závěr a vyhodnocení

Cílem Diplomové práce bylo provedení optimalizace výrobní buňky, na které se vyrábí produkty do zavazadlového prostoru pro Jaguar a Land Rover. Hlavním parametrem optimalizace bylo uzpůsobení layoutu do U-buněk, úspora plochy a zkrácení cest operátorů. Požadavkem také bylo zavedení pořádku na pracovišti.

- První fáze optimalizace si však vyžadovala péči o pracoviště pomocí programu 5S. Podařilo se změnit postoje operátorů k pracovištím a strojům a vytvořit tak disciplinované a organizované pracoviště.
- Druhá fáze projektu se týkala optimalizace pracovišť z ergonomického hlediska. Bylo navrženo a zrealizováno moderní standardizované pracoviště z hliníkových profilů pro výrobu Receiveru, které by z hlediska ergonomie mělo po všech stránkách vyhovovat nárokům a potřebám operátora. Původní rozměr stolu 1600 x 1000 mm se zredukoval na rozměr 1300 x 900 mm. Celkové materiálové náklady na pořízení nového pracoviště činily 26 000,-.

- Hlavním cílem třetí fáze bylo zmenšení prostoru buňky a uvolnění prostoru pro nové projekty. Byly vytvořeny návrhy pro redukci rozměrů pracovišť. Podařilo se vhodněji uzpůsobit layout buňky, zjednodušit tok materiálu a zkrátit trasy operátorů vytvořením nového návrhu vybalancování buňky.

Shrnutí:

- Úspora plochy pro vybraný návrh 1 činí $17,5\text{m}^2$ z celkové plochy buňky 95m^2 , což je úspora 18%
- Zkrácení cest operátorů
 - pro Land Rover o 36%
 - pro Jaguar o 52%
- Využití operátorů zůstalo téměř beze změn
 - pro Land Rover 94% (původně 93,7%)
 - pro Jaguar 95% (původně 95,3%)

Možnost podílet se na projektu optimalizace buňky ve firmě BOS automotive s.r.o. v Klášterci nad Ohří byla výbornou příležitostí k nahlédnutí do metodiky optimalizace zdravého, prosperujícího podniku. Zkušenosti a informace získané na tomto projektu daly nejen dobrý základ pro diplomovou práci, ale zároveň posloužily k ověření účinnosti aplikace teoretických metod na praktickém příkladě.

Seznam použité literatury

- [1] Košturiak, Ján; Gregor, Milan. Podnik v roce 2001 : revoluce v podnikové kultuře. Praha : Grada, 1993. 311 s. ISBN 80-7169-003-1.
- [2] STŘELEČ J. Akademie. VLASTNICESTA.CZ [online].
Dostupné na WWW:
< <http://www.vlastnicesta.cz/akademie/kvalita-system-kvality/kvalita-system-kvality-metody/dmaic-metoda/> >
- [3] Dům techniky Plzeň [online]. Veřejné vzdělávací akce: Kaizen – systém neustálého zlepšování: Anotace. Dostupné na WWW:
< <http://www.dtplzen.cz/index.php?strana=katalog/jakost/c46-kaizen/> >
- [4] IPA magazín[online]. KAIZEN – Prístup k neustálemu zlepšovaniu procesov: Posl. úpravy 2006. Dostupné na WWW:
<http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=6>
- [5] Mašíň, I. Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech. Vyd. 1. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, c2003. ISBN 80-902235-9-1.
- [6] IPA magazín[online]. VIZUÁLNY MANAŽMENT – Štíhle pracovisko: Posl. úpravy 2006. Dostupné na WWW:
<http://ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=119>
- [7] IPA magazín[online]. VIZUÁLNY MANAŽMENT – Standardizácia procesov: Posl. úpravy 2006. Dostupné na WWW:
<http://ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=69>
- [8] Školící materiály firmy BOS automotive

- [9] Vytlačil, M; Mašín, I. Týmová společnost: podnik v globálním prostředí. 1. vyd. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1998. ISBN 80-902235-2-4.
- [10] IPA magazín[online]. 5S – Metodika pre elimináciu plytvania na pracovisku: Posl. úpravy 2006. Dostupné na WWW:
<http://ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=105>
- [11] BARNES, RALPH M., Motion and Time Study, Second Edition, John Wiley & Sons, New York, 1940.

Seznam obrázků

Obr. 1 Firma BOS automotive s.r.o. v Klášterci nad Ohří	9
Obr. 2 Význam pojmu Kaizen [3]	11
Obr. 3 Vizuální nástěnka	14
Obr. 4 Kanbanové skluzy, místo na neshodné díly.....	16
Obr. 5 Označení pozic na skluzových regálech[8]	16
Obr. 6 Označení pozic v supermarketu [8]	16
Obr. 7 Označení KANBAN obalů [8]	16
Obr. 8 Silon pro nůžky,.....	17
Obr. 9 Místo pro olejníčky,.....	17
Obr. 10 Ukázka standardizovaného pracoviště.....	17
Obr. 11 Pořádek a organizace na pracovišti [10].....	18
Obr. 12 Stop plýtvání [10]	18
Obr. 13 Přínosy 5S [10]	19
Obr. 16 Základní rozměry pracovního místa ve stoje [10]	20
Obr. 14 Normální pracovní oblast [10].....	20
Obr. 15 Maximální pracovní oblast [10]	20
Obr. 17 U-buňka - operátoři pracují uvnitř buňky.....	23
Obr. 18 U-buňka - cesty operátorů	23
Obr. 19 U-buňka - zásobování materiálem	23
Obr. 20 U-buňka - multiprofesnost operátorů	24
Obr. 21 Obálka dosahu paží - pohled shora [8]	24
Obr. 22 Obálka dosahu paží - pohled z boku [8]	24
Obr. 23 Ukázka produktů [8]	25
Obr. 24 Automobil Jaguar X-Type	26
Obr. 25 Produkt ABR X400 Jaguar [8]	26
Obr. 26 Produkt KBR X400 Jaguar [8]	26
Obr. 27 Automobil Land Rover Range Rover Sport	26
Obr. 28 Produkt TGR L322 Land Rover [8]	26
Obr. 29 Průměrný objem výroby/rok.....	27
Obr. 30 Objem výroby Jaguar X400 ABR/měsíc	28

Obr. 31 Objem výroby Jaguar X400 KBR/měsíc	28
Obr. 32 Objem výroby Land Rover L322 TGR/měsíc	28
Obr. 33 Process flow – Land Rover L322 TGR	29
Obr. 34 Process flow – Jaguar X400 KBR	29
Obr. 35 Grafické znázornění materiálových toků v buňce	30
Obr. 36 TGR L322 - Vytaktování pro 3 operátory	31
Obr. 37 KBR X400 - Vytaktování pro 3 operátory	31
Obr. 38 Ukázka z analýzy pracoviště	32
Obr. 39 Ukázka z pracoviště - 1.S	33
Obr. 40 Výskyt nepoužívaných obalů a nepořádek na pracovišti.....	33
Obr. 41 Ukázka z pracoviště - 2.S	34
Obr. 42 Uložení každého předmětu na své místo	34
Obr. 43 Standardizace - dolepení chybějících popisů.....	35
Obr. 44 Příklad podlahového managementu.....	36
Obr. 45 Praktický příklad podlahového managementu	36
Obr. 46 Původní layout buňky L322/X400	37
Obr. 47 Úprava layoutu	37
Obr. 48 Velké plochy pracovišť.....	38
Obr. 49 Pracoviště před optimalizací.....	39
Obr. 50 Původní rozmístění pracovišť	39
Obr. 51 Levý a pravý Receiver	41
Obr. 52 Tok materiálu.....	42
Obr. 53 Koncept návrhu.....	42
Obr. 54 Levý bokorys a pravý bokorys	43
Obr. 55 Pohled na pracoviště.....	43
Obr. 56 Původní pracoviště	43
Obr. 57 Nové pracoviště	43
Obr. 58 Pracoviště před optimalizací.....	44
Obr. 59 Návrh nového pracoviště	45
Obr. 60 Prostor okolo pracoviště před a po optimalizaci	46
Obr. 61 Ukázka pracoviště.....	47
Obr. 62 Optimalizace pracoviště	47

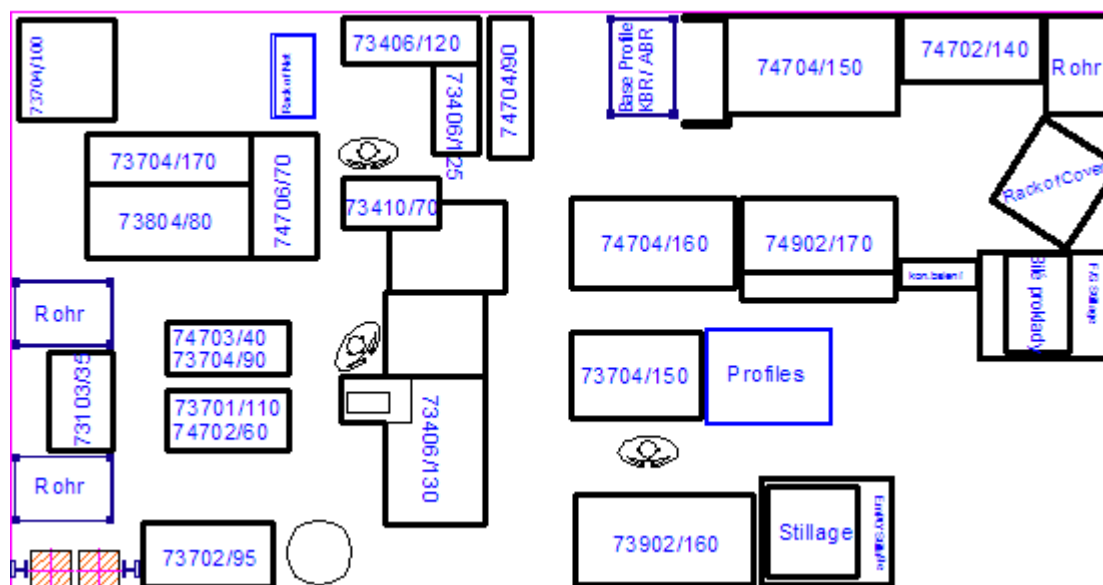
Obr. 63 Optimalizace pracoviště	48
Obr. 64 Optimalizace pracoviště	49
Obr. 65 Optimalizace CIK CAK.....	50
Obr. 66 Pracoviště CIK CAK	50
Obr. 69 Optimalizace CIK CAK – návrh 1	51
Obr. 70 Optimalizace CIK CAK – návrh 2	51
Obr. 67 Odstranitelná plocha	51
Obr. 68 Původní CIK CAK.....	51
Obr. 71 Návrh nového layoutu 1	52
Obr. 72 Návrh nového layoutu 2	53
Obr. 73 Spaghetti diagram - Land Rover TGR L322 návrh 1	54
Obr. 74 Spaghetti diagram - Land Rover TGR L322 návrh 2	55
Obr. 75 Spaghetti diagram - Jaguar KBR X400 návrh 1	56
Obr. 76 Spaghetti diagram - Jaguar KBR X400 návrh 2	56

Seznam tabulek

Tabulka 1: Klasifikace pohybů[11]	21
Tabulka 2: Průměrný objem výroby/rok.....	27
Tabulka 3: Rozbor kusovníku.....	40
Tabulka 4: Volba zásobovacích obalů	40
Tabulka 5: Materiál, nářadí a přípravky vstupující na pracoviště	44
Tabulka 6: Využití operátorů pro TGR L322	54
Tabulka 7: Využití operátorů pro KBR X400	55
Tabulka 8: Porovnání vzdáleností cest operátorů - Land Rover TGR L322	57
Tabulka 9: Porovnání vzdáleností cest operátorů - Jaguar KBR X400	57
Tabulka 10: Úspora cest operátorů	58
Tabulka 11: Využití operátorů [%], porovnání původního a nového vybalancování	58

Příloha



A. Popis operací na jednotlivých pracovištích





Obr. Původní layout s číselným označením pracovišť

Tab. Stručný popis operací pro Land Rover L322

73103/35	Stříhání košilky + předmontáž mechanismu	
Operátor stlačením páky pájecího přípravku upálí požadovanou délku košilky (délka je nastavena na produkt Land Rover), vazelínou natře pružinu po celém jejím obvodu, na pružinu nasadí koncovku, vloží smontovanou pružinu do košilky a odloží k dalšímu zpracování.		
73702/95	Montáž mechanismu	
Operátor vloží předmontovanou pružinu s koncovkou a s košilkou do trubky, (trubka pro Land Rover), zakrmpuje v krimpovacím přípravku, vykrojí mechanismus a následně ho založí do vyrovnávacího přípravku a mechanismus vyrovná. Na druhou stranu pružiny nasadí koncovku, mechanismus vyvrtá a odloží k dalšímu zpracování.		
73701/110	Montáž mechanismu ke kožence	

<p>Operátor montuje mechanismus ke koženke, zanýtuje koženku do předvrtané díry v tyči a následně k tyči kladívkem přiklepe koncovku.</p>		
73804/80	Montáž háků a krimpování štifeneru	
<p>Operátor montuje háky do obou konců tyče a v krimpovacím přípravku trubku s háky automaticky zakrmpuje.</p>		
73704/90	Montáž lemovky ke štifeneru	
<p>Operátor montuje lemovky ke štifeneru (trubka s háky).</p>		
73406/120	Sešití poutka	
73406/125		
<p>Operátor šije poutka na šicím stroji a poté je předává na pracoviště 73406/130 - CIK CAK, kde se poutka šijí ke kompletnímu dílu.</p>		
73410/70	Olemování sítě	
<p>Operátor šije lemovky k síti. Operace se provádí z toho důvodu, aby byla síť zakončena a zabránilo se tak případnému třepení nebo poškození sítě. Olemování sítě se provádí na obou zešíkmených hranách.</p>		
73406/130	CIK CAK – Šití lemovek k síti	
<p>Operátor na šicím stroji kompletuje lemovku s mechanismem a lemovku se štifenerem k síti a přiřívá poutka.</p>		
73704/150	Konečná kontrola	

Operátor provádí kontrolu kazety a montuje do kazety všechny potřebné komponenty.		
73902/160	Konečná montáž, kontrola a balení	
Operátor vkládá srolovanou síť s mechanismem do kazety, mechanismus navíjí a montuje endcupy. Následně díl vizuálně kontroluje a díl balí do expedičních kontejnerů.		

Tab. Stručný popis operací pro Jaguar X400

73103/35	Stříhání košilky + předmontáž mechanismu	
Operátor stlačením páky pájecího přípravku upálí požadovanou délku košilky, délka je nastavena na produkt Jaguar. Další postup je totožný s produktem Land Rover.		
73702/95	Krimpování a vykrojení mechanismu + montáž mechanismu	
Operátor vloží předmontovanou pružinu s koncovkou a s košilkou do trubky (trubka pro Jaguar), zakrmpuje v krimpovacím přípravku, vykrojí mechanismus a následně ho založí do vyrovnávacího přípravku a mechanismus vyrovná. Na druhou stranu pružiny nasadí koncovku, mechanismus vyvrtá a odloží k dalšímu zpracování.		
74702/60	Montáž mechanismu ke kožence	
Operátor montuje mechanismus ke kožence.		
73804/80	Montáž háků a krimpování štifeneru	
Operátor montuje háky do obou konců tyče a v krimpovacím přípravku trubku s háky automaticky zakropuje (rozdílné nastavení krimpovacího stroje).		

74703/40	Montáž lemovky ke štifeneru	
Operátor montuje lemovky ke štifeneru (trubka s háky).		
73410/70	Olemování sítě	
Operátor šije lemovky k síti. Síť pro Jaguar má odlišné parametry, avšak operace prováděné na tomto pracovišti zůstávají pro oba produkty beze změn.		
74706/70	Přilepení štifeneru k síti + přilepení mechanismu s koženkou k síti	
Operátor převezme štifener z pracoviště 74703/40, dle daného postupu lepí ke štifeneru síť pro Jaguár. Díl následně předá na pracoviště 73406/130, kde další operátor lepený spoj sešije a vrátí díl zpět na pracoviště 74706/70, kde z druhé strany sítě přilepí koženku s mechanismem a díl opět předá na pracoviště 73406/130.		
73406/130	CIK CAK – Šití lemovek k síti	
Operátor šije předlepené spoje z pracoviště 74706/70 a vzniká tak kompletní síť, kterou operátor předá k dalšímu zpracování.		
74702/140	Montáž mechanismu Cover	
Operátor vyvrtá dva otvory do tyče ve vrtacím přípravku, do které vsune předmontovanou pružinu s koncovkou a košílkou, mechanismus zakrmpuje a následně vyrovná.		
74704/150	Lepení topu, montáž klapky	
Operátor lepí top k tyči, nýtuje a šroubuje klapky na top. Mechanismus odkládá na věšák pro rozpracovanou výrobu vedle pracoviště.		

74704/90	Stříhání + předmontáž kazety	
<p>Operátor ustříhne gumovou lištu pomocí břitů nože, dále montuje pneumatickým šroubovákem rampy do kazet, které jsou umístěné v kontejneru vedle pracoviště, následně zasadí gumovou lištu do kazety a díl odloží k dalšímu zpracování.</p>		
74704/160	Montáž sítě ke kazetě, navíječka + montáž ramp	
<p>Operátor zafixuje kazetu z předchozí operace do přípravku a vloží do kazety síť se štifenerem a mechanismem z pracoviště 73406/130.</p> <p>Následně navíjí a montuje rampy. Dalším krokem je montáž topu z pracoviště 74704/150 do kazety a montáž encupů a potřebných segmentů pro správnou funkci produktu pro Jaguar.</p>		
74704/170	Konečná kontrola	
<p>Posledním pracovištěm pro tento výrobek je konečná kontrola pomocí počítačového programu. Po kontrole výrobku operátor díl zabalí do expedičního kontejneru, ve kterém výrobek opouští buňku.</p>		

B. Vytížení operátorů v buňce - původní stav

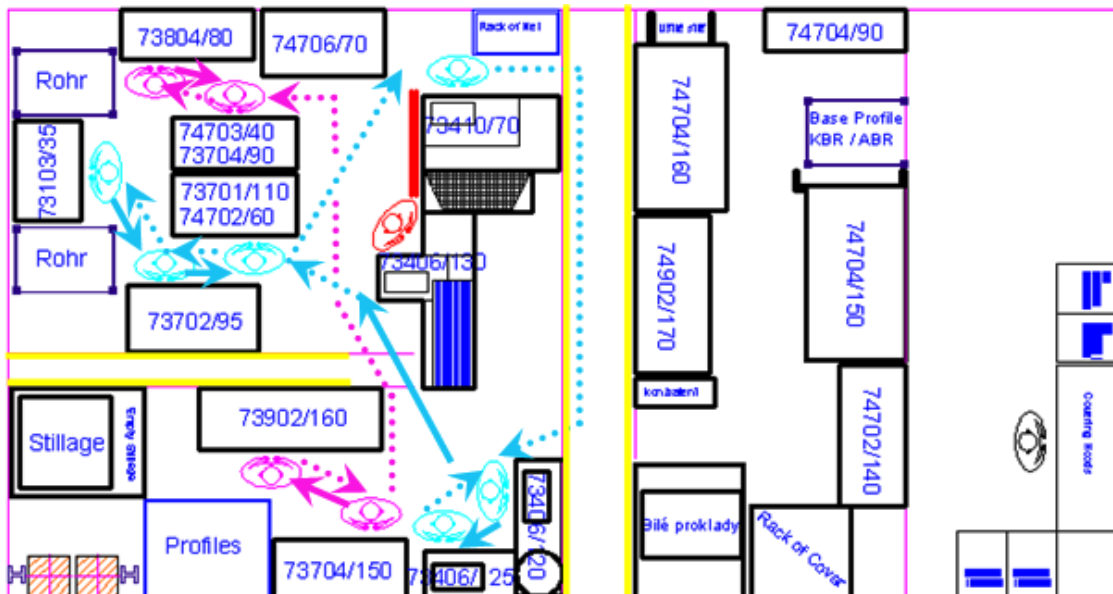
Tab. Land Rover TGR L322

			P 1 [min]	P 2 [min]	P 3 [min]
Poz.	Operace na pracovišti	pracoviště	4,10	4,50	4,05
1	stříhání košilky, předmontáž mechanismu	73 103/35	0,40		
2	montáž mechanismu	73 702/95	1,70		
3	montáž lemovky ke štifeneru	73 704/90			0,80
4	montáž mechanismu ke kožence	73 701/110	0,90		
5	montáž háků a krimpování štifeneru	73 804/80			0,50
6	CIK CAK – šití lemovky k síti	73 406/130		4,50	
7	konečná kontrola	73 704/150			0,75
8	konečná montáž, kontrola a balení	73 902/160			2,00
9	sešití poutka	73 406/120	0,40		
10	olemování sítě	73 410/70	0,70		

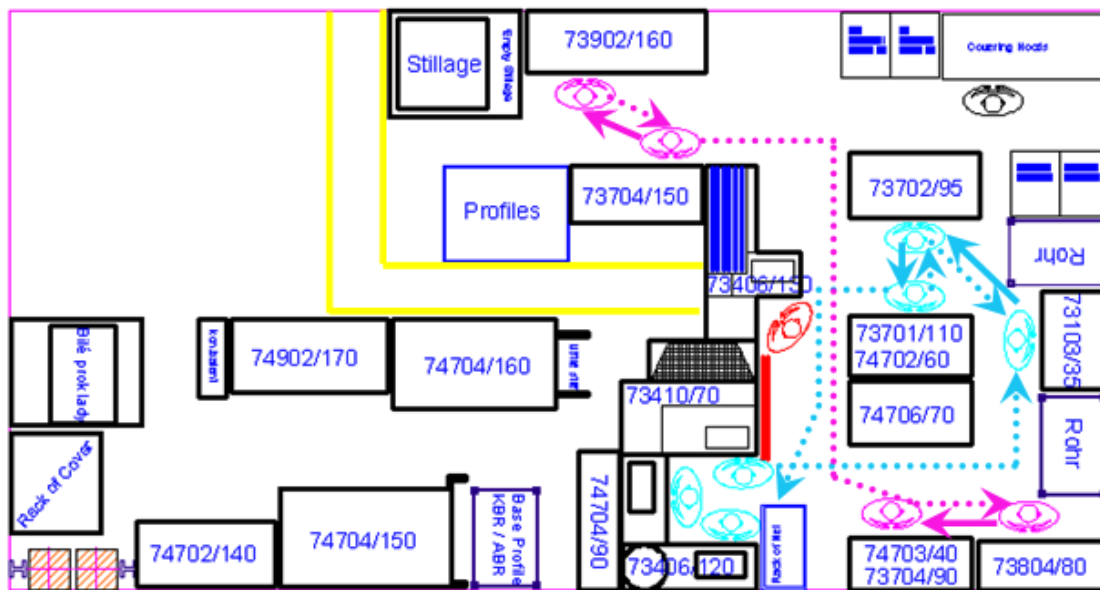
Tab. Jaguar KBR X400

			P 1 [min]	P 2 [min]	P 3 [min]
	Operace na pracovišti	pracoviště	8,01	7,33	7,97
	radýne			1,02	
1	montáž mechanismu	73 702/95			1,70
2	stříhání + předmontáž kazety	74 704/90	1,27		
3	montáž mechanismu Cover	74 702/140	3,49		
4	lepení topu + montáž klapky	74 702/150	1,79		
5	montáž háků a krimpování štifeneru	73 804/80		0,40	
6	stříhání košilky, předmontáž mechanismu	73 103/35	0,40		
7	olemování sítě	73 410/70		0,53	
8	sešití poutka	73 406/120		0,19	
9	montáž lemovky ke štifeneru	74 703/40	1,05		
10	montáž mechanismu ke kožence	74 702/60		0,43	
11	prilepení horní tyče k síti	74 706/70		0,76	
12	prilepení mechanismu k síti	74 706/70		0,85	
13	CIK CAK – šití lemovky k síti	73 406/130		3,16	
14	montáž sítě ke kazetě, navíječka	74704/160			4,50
15	konečná kontrola a balení	74704/170			1,77

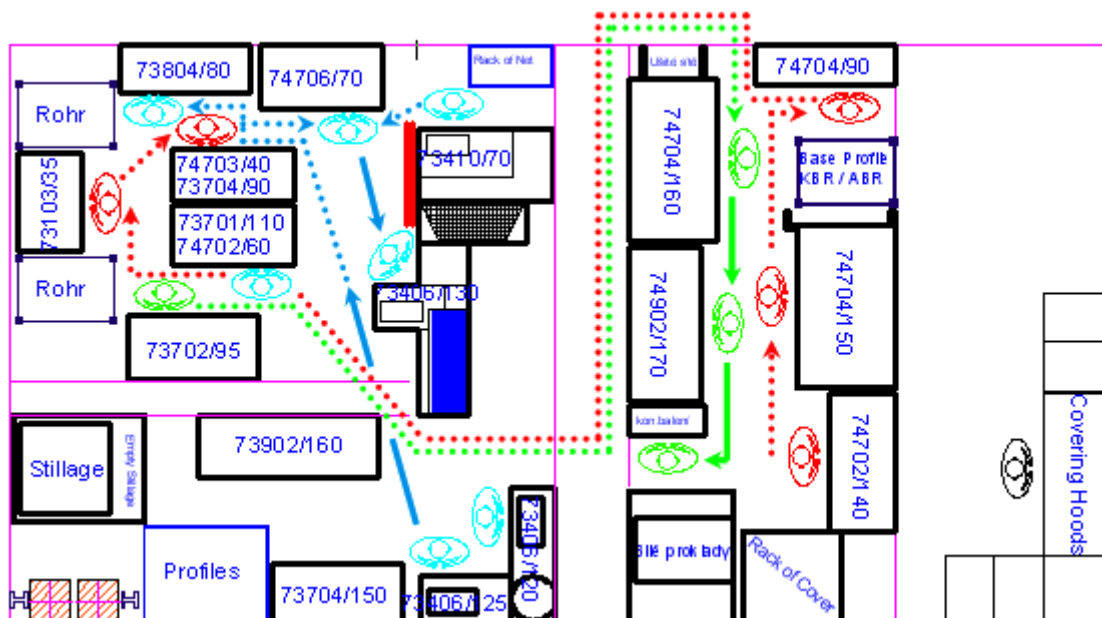
C. Nové návrhy - zobrazení cest operátorů bez změny vybalancování



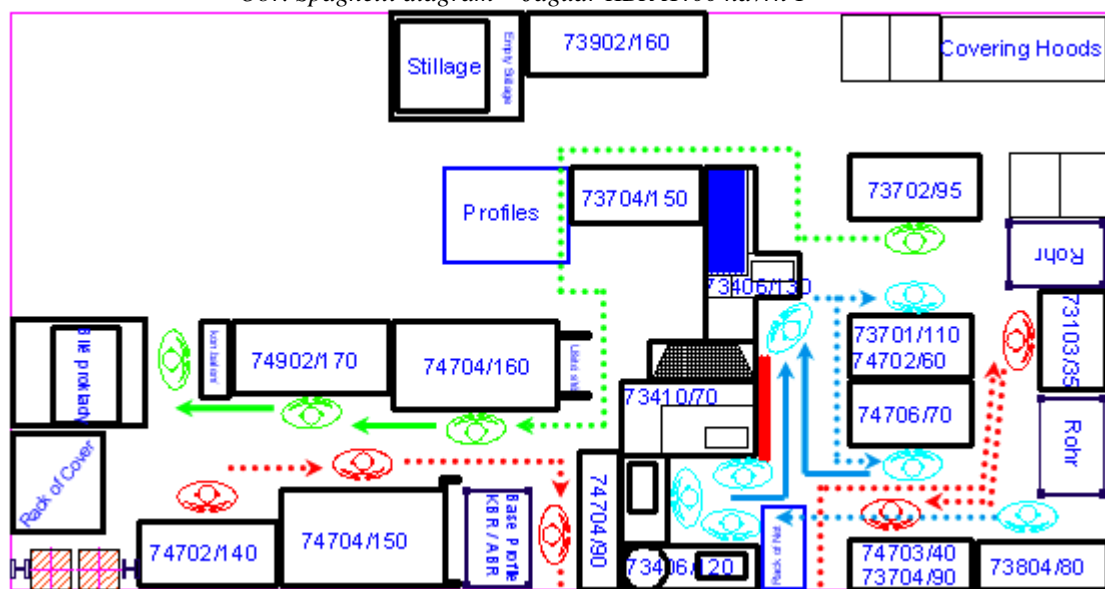
Obr. Spaghetti diagram - Land Rover TGR L322 návrh 1



Obr. Spaghetti diagram - Land Rover TGR L322 návrh 2



Obr. Spaghetti diagram - Jaguar KBR X400 návrh 1



Obr. Spaghetti diagram - Jaguar KBR X400 návrh 2

Tabulka: Vzdálenosti cest operátorů - Land Rover TGR L322

	Operátor 1 (modrý)	Operátor 2 (fialový)	Operátor 3 (červený)
Původ. stav [m]	17	25	0
Návrh 1 [m]	18.5	19.2	0
Návrh 2 [m]	11.3	20	0

Tabulka: Vzdálenosti cest operátorů - Jaguar KBR X400

	Operátor 1 (modrý)	Operátor 2 (zelený)	Operátor 3 (červený)
Původ. stav [m]	20	34	32
Návrh 1 [m]	20	22	26
Návrh 2 [m]	15	25	27